

# 大学物理习题精选

光电技术系物理教研室

二〇〇七年二月

# 目 录

目 录.....	1
第一章 质点运动学.....	2
第二章 牛顿运动定律.....	6
第三章 动量和能量.....	11
第四章 刚体的转动.....	19
第五章 机械振动.....	25
第六章 机械波.....	29
第七章 热力学.....	38
第八章 气体动理论.....	47
第九章 真空中的静电场.....	52
第十章 静电场中的导体和介质.....	60
第十一章 稳恒磁场.....	65
第十二章 电磁感应.....	75
第十三章 波动光学.....	89
第十四章 狭义相对论.....	100
第十五章 量子物理基础.....	104

# 第一章 质点运动学

## 一、选择题:

1、对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中哪一种是正确的:

- (A) 切向加速度必不为零.
- (B) 法向加速度必不为零 (拐点处除外).
- (C) 由于速度沿切线方向, 法向分速度必为零, 因此法向加速度必为零.
- (D) 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零.
- (E) 若物体的加速度  $\vec{a}$  为恒矢量, 它一定作匀变速率运动.

[       ]

2、质点作曲线运动,  $\vec{r}$  表示位置矢量,  $\vec{v}$  表示速度,  $\vec{a}$  表示加速度,  $S$  表示路程,  $a$  表示切向加速度, 下列表达式中,

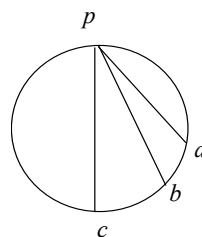
- (1)  $d\vec{v}/dt = \vec{a}$  ,
- (2)  $d\vec{r}/dt = \vec{v}$  ,
- (3)  $dS/dt = v$  ,
- (4)  $|d\vec{v}/dt| = a_t$  .

- (A) 只有 (1)、(4) 是对的.
- (B) 只有 (2)、(4) 是对的.
- (C) 只有 (2) 是对的.
- (D) 只有 (3) 是对的.

[       ]

3、图中  $p$  是一圆的竖直直径  $pc$  的上端点, 一质点从  $p$  开始分别沿不同的弦无摩擦下滑时, 到达各弦的下端所用的时间相比较是

- (A) 到  $a$  用的时间最短.
- (B) 到  $b$  用的时间最短.
- (C) 到  $c$  用的时间最短.
- (D) 所用时间都一样.



[       ]

4、一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为  $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j}$  (其中  $a$ 、 $b$  为常量), 则该质点作

- (A) 匀速直线运动.
- (B) 变速直线运动.
- (C) 抛物线运动.
- (D) 一般曲线运动

[       ]

5、一质点在平面上作一般曲线运动, 其瞬时速度为  $\vec{v}$ , 瞬时速率为  $v$ , 某一时间内的平均速度为  $\bar{\vec{v}}$ , 平均速率为  $\bar{v}$ , 它们之间的关系必定有:

- (A)  $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (B)  $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (C)  $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$
- (D)  $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$

[       ]

6、在相对地面静止的坐标系内,  $A$ 、 $B$  二船都以  $2 \text{ m/s}$  速率匀速行驶,  $A$  船沿  $x$  轴正向,  $B$  船沿  $y$  轴正向. 今在  $A$  船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系 ( $x$ 、 $y$  方向单位矢量用  $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$  表示), 那么在  $A$  船上的坐标系中,  $B$  船的速度 (以  $\text{m/s}$  为单位) 为

- (A)  $2\vec{i} + 2\vec{j}$  .
- (B)  $2\vec{i} + 2\vec{j}$  .
- (C)  $-2\vec{i} - 2\vec{j}$  .
- (D)  $2\vec{i} - 2\vec{j}$  .

[       ]

7、一条河在某一段直线岸边同侧有  $A$ 、 $B$  两个码头，相距 1 km。甲、乙两人需要从码头  $A$  到码头  $B$ ，再立即由  $B$  返回。甲划船前去，船相对河水的速度为 4 km/h；而乙沿岸步行，步行速度也为 4 km/h。如河水流速为 2 km/h，方向从  $A$  到  $B$ ，则

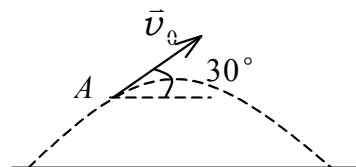
- (A) 甲比乙晚 10 分钟回到  $A$ 。 (B) 甲和乙同时回到  $A$ 。  
(C) 甲比乙早 10 分钟回到  $A$ 。 (D) 甲比乙早 2 分钟回到  $A$ 。 [ ]

## 二、填空题：

1、一物体作如图所示的斜抛运动，测得在轨道  $A$  点处速度  $\vec{v}$  的大小为  $v$ ，其方向与水平方向夹角成  $30^\circ$ 。则

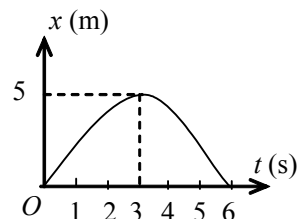
物体在  $A$  点的切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_，

轨道的曲率半径  $\rho =$  \_\_\_\_\_。



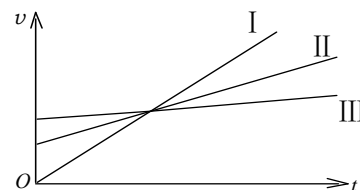
2、一质点作直线运动，其坐标  $x$  与时间  $t$  的关系曲线如图所示。则该质

点在第 \_\_\_\_\_ 秒瞬时速度为零；在第 \_\_\_\_\_ 秒至第 \_\_\_\_\_ 秒间速度与加速度同方向。



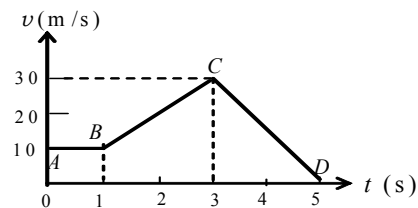
3、在  $v-t$  图中所示的三条直线都表示同一类型的运动：

- (1) I、II、III 三条直线表示的是 \_\_\_\_\_ 运动；  
(2) \_\_\_\_\_ 直线所表示的运动的加速度最大。



4、一质点作直线运动，其  $v-t$  曲线如图所示，则  $BC$  和  $CD$  段时间内的加

速度分别为 \_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。



5、一质点沿直线运动，其坐标  $x$  与时间  $t$  有如下关系： $x = A e^{-\beta t} \cos \omega t$  (SI)  
( $A$ 、 $\beta$  皆为常数)

(1) 任意时刻  $t$  质点的加速度  $a =$  \_\_\_\_\_；

(2) 质点通过原点的时刻  $t =$  \_\_\_\_\_。

6、两辆车  $A$  和  $B$ ，在笔直的公路上同向行驶，它们从同一起始线上同时出发，并且由出发点开始计时，行驶的距离  $x$  与行驶时间  $t$  的函数关系式： $A$  为  $X_A = 4t + t^2$ ， $B$  为  $X_B = 2t^2 + 2t^3$

(1) 它们刚离开出发点时，行驶在前面的一辆车是 \_\_\_\_\_；

(2) 出发后, 两辆车行驶距离相同的时刻是\_\_\_\_\_;

(3) 出发后,  $B$  车相对  $A$  车速度为零的时刻是\_\_\_\_\_。

7、试说明质点作何种运动时, 将出现下述各种情况 ( $v \neq 0$ ):

(1)  $a_t \neq 0, a_n \neq 0$ ; \_\_\_\_\_

(2)  $a_t \neq 0, a_n = 0$ ; \_\_\_\_\_

$a_t$ 、 $a_n$  分别表示切向加速度和法向加速度。

8、以初速率  $v_0$ 、抛射角  $\theta_0$  抛出一物体, 则其抛物线轨道最高点处的曲率半径为\_\_\_\_\_。

9、一质点沿半径为  $R$  的圆周运动, 在  $t = 0$  时经过  $P$  点, 此后它的速率  $v$  按  $v = A + Bt$  ( $A, B$  为正的已知常量) 变化。则质点沿圆周运动一周再经过  $P$  点时的切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_, 法向加速度  $a_n =$  \_\_\_\_\_。

10、在半径为  $R$  的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为  $v = ct^2$  (式中  $c$  为常量), 则从  $t = 0$  到  $t$  时刻质点走过的路程  $S(t) =$  \_\_\_\_\_;  $t$  时刻质点的切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_;  $t$  时刻质点的法向加速度  $a_n =$  \_\_\_\_\_。

11、两条直路交叉成  $\alpha$  角, 两辆汽车分别以速率  $v_1$  和  $v_2$  沿两条路行驶, 一车相对另一车的速度大小为\_\_\_\_\_。

12、轮船在水上以相对于水的速度  $\vec{v}_1$  航行, 水流速度为  $\vec{v}_2$ , 一人相对于甲板以速度  $\vec{v}_3$  行走。如人相对于岸静止, 则  $\vec{v}_1$ 、 $\vec{v}_2$  和  $\vec{v}_3$  的关系是\_\_\_\_\_。

13、在表达式  $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$  中, 位置矢量是\_\_\_\_\_; 位移矢量是\_\_\_\_\_。

### 三、计算题

1、一质点从静止开始作直线运动, 开始时加速度为  $a$ , 此后加速度随时间均匀增加, 经过时间  $t$  后, 加速度为  $2a$ , 经过时间  $2t$  后, 加速度为  $3a$ , ... 求经过时间  $nt$  后, 该质点的速度和走过的距离。

2、一人自原点出发，25 s 内向东走 30 m，又 10 s 内向南走 10 m，再 15 s 内向正西北走 18 m。求在这 50 s 内，

- (1) 平均速度的大小和方向；
- (2) 平均速率的大小。

3、一物体以初速度  $\vec{v}_0$ ，仰角  $\alpha$  由地面抛出，并落回同一水平面上。求地面上该抛物体运动轨道的最大曲率半径与最小曲率半径。

4、一质点以相对于斜面的速度  $v = \sqrt{2gy}$  从其顶端沿斜面下滑，其中  $y$  为下滑的高度。斜面倾角为  $\alpha$ ，它在地面上以水平速度  $u$  向质点滑下的前方运动，求质点下滑高度为  $h$  ( $h$  小于斜面高度) 时，对地速度的大小和方向。

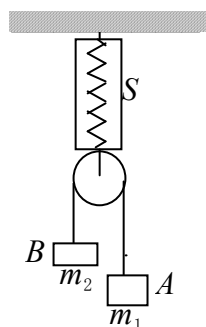
5、有一宽为  $l$  的大江，江水由北向南流去。设江中心流速为  $u_0$ ，靠两岸的流速为零。江中任一点的流速与江中心流速之差是和江心至该点距离的平方成正比。今有相对于水的速度为  $\vec{v}_0$  的汽船由西岸出发，向东偏北  $45^\circ$  方向航行，试求其航线的轨迹方程以及到达东岸的地点。

## 第二章 牛顿运动定律

### 一、选择题

1、如图，滑轮、绳子质量及运动中的摩擦阻力都忽略不计，物体  $A$  的质量  $m_1$  大于物体  $B$  的质量  $m_2$ 。在  $A$ 、 $B$  运动过程中弹簧秤  $S$  的读数是

- (A)  $(m_1 + m_2)g$ . (B)  $(m_1 - m_2)g$ .  
(C)  $\frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g$ . (D)  $\frac{4m_1m_2}{m_1 + m_2}g$ . [ ]

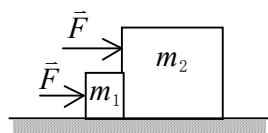


2、升降机内地板上放有物体  $A$ ，其上再放另一物体  $B$ ，二者的质量分别为  $M_A$ 、 $M_B$ 。当升降机以加速度  $a$  向下加速运动时 ( $a < g$ )，物体  $A$  对升降机地板的压力在数值上等于

- (A)  $M_A g$  (B)  $(M_A + M_B)g$ .  
(C)  $(M_A + M_B)(g + a)$ . (D)  $(M_A + M_B)(g - a)$  [ ]

3、光滑的水平桌面上放有两块相互接触的滑块，质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ，且  $m_1 < m_2$ 。今对两滑块施加相同的水平作用力，如图所示。设在运动过程中，两滑块不离开，则两滑块之间的相互作用力  $N$  应有

- (A)  $N = 0$ . (B)  $0 < N < F$ .  
(C)  $F < N < 2F$ . (D)  $N > 2F$ . [ ]

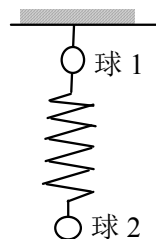


4、用水平压力  $\vec{F}$  把一个物体压着靠在粗糙的竖直墙面上保持静止。当  $\vec{F}$  逐渐增大时，物体所受的静摩擦力  $f$

- (A) 恒为零.  
(B) 不为零，但保持不变.  
(C) 随  $F$  成正比地增大.  
(D) 开始随  $F$  增大，达到某一最大值后，就保持不变. [ ]

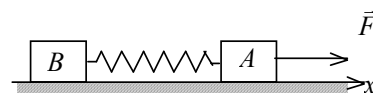
5、两个质量相等的小球由一轻弹簧相连接，再用一细绳悬挂于天花板上，处于静止状态，如图所示。将绳子剪断的瞬间，球 1 和球 2 的加速度分别为

- (A)  $a_1 = g$ ,  $a_2 = g$ . (B)  $a_1 = 0$ ,  $a_2 = g$ .  
(C)  $a_1 = g$ ,  $a_2 = 0$ . (D)  $a_1 = 2g$ ,  $a_2 = 0$ . [ ]



6、质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两滑块  $A$  和  $B$  通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上，滑块与桌面间的摩擦系数均为  $\mu$ ，系统在水平拉力  $F$  作用下匀速运动，如图所示。如突然撤消拉力，则刚撤消后瞬间，二者的加速度  $a_A$  和  $a_B$  分别为

- (A)  $a_A = 0$ ,  $a_B = 0$ . (B)  $a_A > 0$ ,  $a_B < 0$ .  
(C)  $a_A < 0$ ,  $a_B > 0$ . (D)  $a_A < 0$ ,  $a_B = 0$ . [ ]



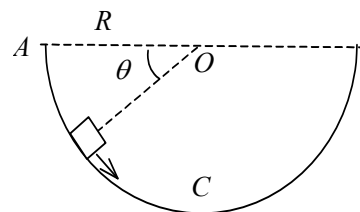
7、质量为  $m$  的物体自空中落下，它除受重力外，还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用，比例系数为  $k$ ， $k$  为正值常量。该下落物体的收尾速度(即最后物体作匀速运动时的速度)将是

- (A)  $\sqrt{\frac{mg}{k}}$  . (B)  $\frac{g}{2k}$  .  
(C)  $gk$  . (D)  $\sqrt{gk}$  .

[       ]

8、如图所示，假设物体沿着竖直面上圆弧形轨道下滑，轨道是光滑的，在从  $A$  至  $C$  的下滑过程中，下面哪个说法是正确的？

- (A) 它的加速度大小不变，方向永远指向圆心。  
(B) 它的速率均匀增加。  
(C) 它的合外力大小变化，方向永远指向圆心。  
(D) 它的合外力大小不变。  
(E) 轨道支持力的大小不断增加。



[       ]

9、一小珠可在半径为  $R$  竖直的圆环上无摩擦地滑动，且圆环能以其竖直直径为轴转动。当圆环以一适当的恒定角速度  $\omega$  转动，小珠偏离圆环转轴而且相对圆环静止时，小珠所在处圆环半径偏离竖直方向的角度为

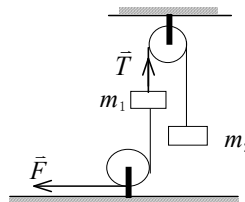
- (A)  $\theta = \frac{1}{2}\pi$  . (B)  $\theta = \arccos(\frac{g}{R\omega^2})$ .  
(C)  $\theta = \arctg(\frac{R\omega^2}{g})$ . (D) 需由小珠的质量  $m$  定。

[       ]

## 二、填空题

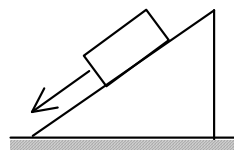
1、在如图所示装置中，若两个滑轮与绳子的质量以及滑轮与其轴之间的摩擦都忽略不计，绳子不可伸长，则在外力  $F$  的作用下，物体  $m_1$  和  $m_2$  的加速度为  $a =$  \_\_\_\_\_， $m_1$  与  $m_2$  间绳子的

张力  $T =$  \_\_\_\_\_。



2、倾角为  $30^\circ$  的一个斜面体放置在水平桌面上。一个质量为  $2 \text{ kg}$  的物体沿斜面下滑，下滑的加速度为  $3.0 \text{ m/s}^2$ 。若此时斜面体静止在桌面上不

动，则斜面体与桌面间的静摩擦力  $f =$  \_\_\_\_\_。

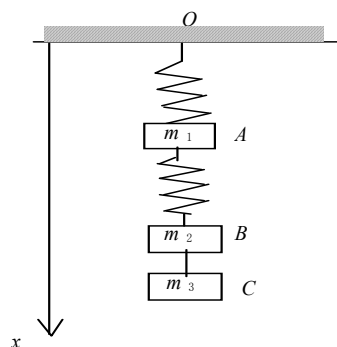


3、质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$  的三个物体  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ，用一根细绳和两根轻弹簧连接并悬于固定点  $O$ ，如图。取向下的  $x$  轴正向，开始时系统处

于平衡状态，后将细绳剪断，则在刚剪断瞬时，物体  $B$  的加速度  $\bar{a}_B =$

\_\_\_\_\_；物体  $A$  的加速度

$\bar{a}_A =$  \_\_\_\_\_。

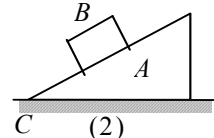
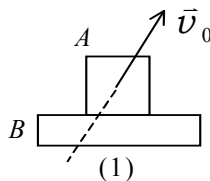




4、分别画出下面二种情况下，物体  $A$  的受力图。

(1) 物体  $A$  放在木板  $B$  上，被一起抛出作斜上抛运动， $A$  始终位于  $B$  的上面，不计空气阻力；

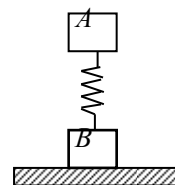
(2) 物体  $A$  的形状是一楔形棱柱体，横截面为直角三角形，放在桌面  $C$  上。把物体  $B$  轻轻地放在  $A$  的斜面上，设  $A$ 、 $B$  间和  $A$  与桌面  $C$  间的摩擦系数皆不为零， $A$ 、 $B$  系统静止。



5、质量相等的两物体  $A$  和  $B$ ，分别固定在弹簧的两端，竖直放在光滑水平面  $C$  上，如图所示。弹簧的质量与物体  $A$ 、 $B$  的质量相比，可以忽略不计。若把支持面  $C$  迅速

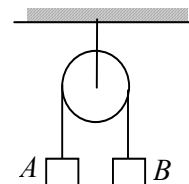
移走，则在移开的一瞬间， $A$  的加速度大小  $a_A =$  \_\_\_\_\_， $B$  的加速度的

大小  $a_B =$  \_\_\_\_\_。



## 二、计算题

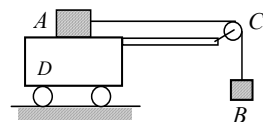
1、一名宇航员将去月球。他带有一个弹簧秤和一个质量为  $1.0 \text{ kg}$  的物体  $A$ 。到达月球上某处时，他拾起一块石头  $B$ ，挂在弹簧秤上，其读数与地面上挂  $A$  时相同。然后，他把  $A$  和  $B$  分别挂在跨过轻滑轮的轻绳的两端，如图所示。若月球表面的重力加速度为  $1.67 \text{ m/s}^2$ ，问石块  $B$  将如何运动？



2、质量为  $m$  的子弹以速度  $v_0$  水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为  $K$ ，忽略子弹的重力，求：

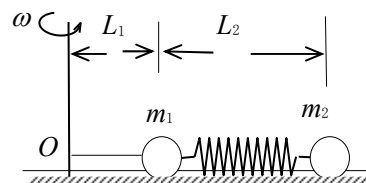
- (1) 子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；
- (2) 子弹进入沙土的最大深度。

3、水平面上有一质量  $M = 51 \text{ kg}$  的小车  $D$ ，其上有一固定滑轮  $C$ 。通过绳在滑轮两侧分别连有质量为  $m_1 = 5 \text{ kg}$  和  $m_2 = 4 \text{ kg}$  的物体  $A$  和  $B$ ，其中物体  $A$  在小车的水平台面上，物体  $B$  被绳悬挂。各接触面和滑轮轴均光滑。系统处于静止时，各物体关系如图所示。现在让系统运动，求以多大的水平力  $\vec{F}$  作用于小车上，才能使物体  $A$  与小车  $D$  之间无相对滑动。(滑轮和绳的质量均不计，绳与滑轮间无相对滑动)



4、飞机降落时的着地速度大小  $v_0 = 90 \text{ km/h}$ ，方向与地面平行，飞机与地面间的摩擦系数  $\mu = 0.10$ ，迎面空气阻力为  $c_x v^2$ ，升力为  $c_y v^2$  ( $v$  是飞机在跑道上的滑行速度， $c_x$  和  $c_y$  为某两常量)。已知飞机的升阻比  $K = c_y / c_x = 5$ ，求飞机从着地到停止这段时间所滑行的距离。(设飞机刚着地时对地面无压力)。

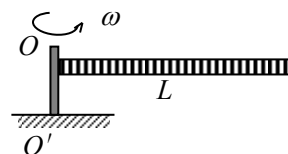
5、如图，质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两只球，用弹簧连在一起，且以长为  $L_1$  的线拴在轴  $O$  上， $m_1$  与  $m_2$  均以角速度  $\omega$  绕轴在光滑水平面上作匀速圆周运动。当两球之间的距离为  $L_2$  时，将线烧断。试求线被烧断的瞬间两球的加速度  $a_1$  和  $a_2$ 。(弹簧和线的质量忽略不计)



6、(1) 试求赤道正上方的地球同步卫星距地面的高度。

(2) 若 10 年内允许这个卫星从初位置向东或向西漂移  $10^\circ$ ，求它的轨道半径的误差限度是多少？已知地球半径  $R=6.37 \times 10^6 \text{ m}$ ，地面上重力加速度  $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 。

7、一条质量分布均匀的绳子，质量为  $M$  长度为  $L$ ，一端拴在竖直转轴  $OO'$  上，并以恒定角速度  $\omega$  在水平面上旋转。设转动过程中绳子始终伸直不打弯，且忽略重力，求距转轴为  $r$  处绳中的张力  $T(r)$ 。





### 第三章 动量和能量

#### 一、 选择题

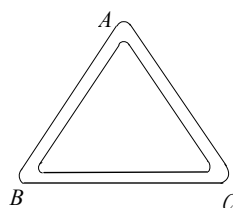
1、一炮弹由于特殊原因在水平飞行过程中，突然炸裂成两块，其中一块作自由下落，则另一块着地点（飞行过程中阻力不计）

- (A) 比原来更远. (B) 比原来更近.  
(C) 仍和原来一样远. (D) 条件不足，不能判定. [ ]

2、质量为  $m$  的质点，以不变速率  $v$  沿图中正三角形  $ABC$  的水平光滑轨道运动。质点越过  $A$  角时，轨道作用于质点的冲量的大小为

- (A)  $mv$ . (B)  $\sqrt{2}mv$ .  
(C)  $\sqrt{3}mv$ . (D)  $2mv$

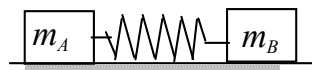
[ ]



3、 $A$ 、 $B$  两木块质量分别为  $m_A$  和  $m_B$ ，且  $m_B = 2m_A$ ，两者用一轻弹簧连接后静止于光滑水平桌面上，如图所示。若用外力将两木块压近使弹簧被压缩，然后将外力撤去，则此后两木块运动动能之比  $E_{KA} / E_{KB}$  为

- (A)  $\frac{1}{2}$ . (B)  $\sqrt{2}/2$ .  
(C)  $\sqrt{2}$ . (D)  $2$ .

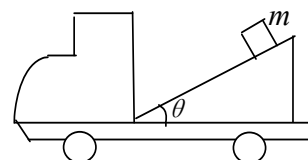
[ ]



4、如图所示。一斜面固定在卡车上，一物块置于该斜面上。在卡车沿水平方向加速起动的过程中，物块在斜面上无相对滑动。此时斜面上摩擦力对物块的冲量的方向

- (A) 是水平向前的. (B) 只可能沿斜面向上.  
(C) 只可能沿斜面向下. (D) 沿斜面向上或向下均有可能.

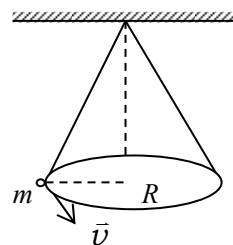
[ ]



5、如图所示，圆锥摆的摆球质量为  $m$ ，速率为  $v$ ，圆半径为  $R$ ，当摆球在轨道上运动半周时，摆球所受重力冲量的大小为

- (A)  $2mv$ . (B)  $\sqrt{(2mv)^2 + (mg\pi R/v)^2}$  磅  
(C)  $\pi Rmg/v$ . 繻惠 (D)  $0$ .

[ ]



6、人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动，卫星轨道近地点和远地点分别为  $A$  和  $B$ 。用  $L$  和  $E_K$  分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值，则应有

- (A)  $L_A > L_B$ ,  $E_{KA} > E_{KB}$  (B)  $L_A = L_B$ ,  $E_{KA} < E_{KB}$   
(C)  $L_A = L_B$ ,  $E_{KA} > E_{KB}$  (D)  $L_A < L_B$ ,  $E_{KA} < E_{KB}$  [ ]

7、对功的概念有以下几种说法：

- (1) 保守力作正功时，系统内相应的势能增加。
- (2) 质点运动经一闭合路径，保守力对质点作的功为零。
- (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反，所以两者所作功的代数和必为零。

在上述说法中：

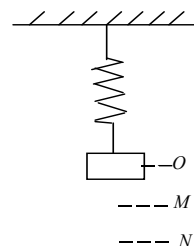
- (A) (1)、(2)是正确的。
- (B) (2)、(3)是正确的。
- (C) 只有(2)是正确的。
- (D) 只有(3)是正确的。

[       ]

8、一物体挂在一弹簧下面，平衡位置在  $O$  点，现用手向下拉物体，第一次把物体由  $O$  点拉到  $M$  点，第二次由  $O$  点拉到  $N$  点，再由  $N$  点送回  $M$  点。则在这两个过程中

- (A) 弹性力作的功相等，重力作的功不相等。
- (B) 弹性力作的功相等，重力作的功也相等。
- (C) 弹性力作的功不相等，重力作的功相等。
- (D) 弹性力作的功不相等，重力作的功也不相等。

[       ]



9、作直线运动的甲、乙、丙三物体，质量之比是  $1:2:3$ 。若它们的动能相等，并且作用于每一个物体上的制动力的大小都相同，方向与各自的速度方向相反，则它们制动距离之比是

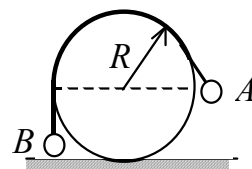
- (A)  $1:2:3$ 。
- (B)  $1:4:9$ 。
- (C)  $1:1:1$ 。
- (D)  $3:2:1$ 。
- (E)  $\sqrt{3}:\sqrt{2}:1$ 。

[       ]

10、如图所示两个小球用不能伸长的细软线连接，垂直地跨过固定在地面上、表面光滑的半径为  $R$  的圆柱，小球  $B$  着地，小球  $A$  的质量为  $B$  的两倍，且恰与圆柱的轴心一样高。由静止状态轻轻释放  $A$ ，当  $A$  球到达地面后， $B$  球继续上升的最大高度是

- (A)  $R$ 。
- (B)  $\frac{2}{3}R$ 。
- (C)  $\frac{1}{2}R$ 。
- (D)  $\frac{1}{3}R$ 。

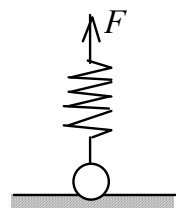
[       ]



11、今有一劲度系数为  $k$  的轻弹簧，竖直放置，下端悬一质量为  $m$  的小球，开始时使弹簧为原长而小球恰好与地接触，今将弹簧上端缓慢地提起，直到小球刚好能脱离地面为止，在此过程中外力做功为

- (A)  $\frac{m^2 g^2}{4k}$
- (B)  $\frac{m^2 g^2}{3k}$
- (C)  $\frac{m^2 g^2}{2k}$
- (D)  $\frac{2m^2 g^2}{k}$
- (E)  $\frac{4m^2 g^2}{k}$

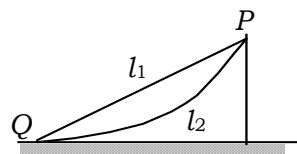
[       ]



12、如图所示，一个小球先后两次从  $P$  点由静止开始，分别沿着光滑的固定斜面  $l_1$  和圆弧面  $l_2$  下滑。则小球滑到两面的底端  $Q$  时的

- (A) 动量相同，动能也相同。
- (B) 动量相同，动能不同。
- (C) 动量不同，动能也不同。
- (D) 动量不同，动能相同。

[       ]



13、质量为  $m$  的一艘宇宙飞船关闭发动机返回地球时，可认为该飞船只在地球的引力场中运动。已知地球质量为  $M$ ，万有引力恒量为  $G$ ，则当它从距地球中心  $R_1$  处下降到  $R_2$  处时，飞船增加的动能应等于

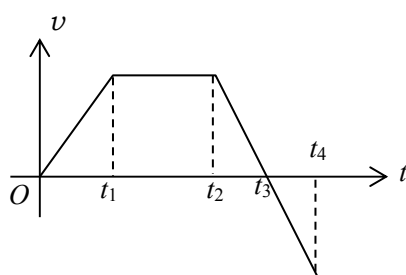
- (A)  $\frac{GMm}{R_2}$  (B)  $\frac{GMm}{R_2^2}$  (C)  $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1 R_2}$   
 (D)  $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1^2}$  (E)  $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1^2 R_2^2}$  [ ]

14、质量为  $m=0.5 \text{ kg}$  的质点，在  $Oxy$  坐标平面内运动，其运动方程为  $x=5t$ ， $y=0.5t^2$  (SI)，从  $t=2 \text{ s}$  到  $t=4 \text{ s}$  这段时间内，外力对质点作的功为

- (A) 1.5 J. (B) 3 J.  
 (C) 4.5 J. (D) -1.5 J [ ]

15、一个作直线运动的物体，其速度  $v$  与时间  $t$  的关系曲线如图所示。设时刻  $t_1$  至  $t_2$  间外力做功为  $W_1$ ；时刻  $t_2$  至  $t_3$  间外力做功为  $W_2$ ；时刻  $t_3$  至  $t_4$  间外力做功为  $W_3$ ，则

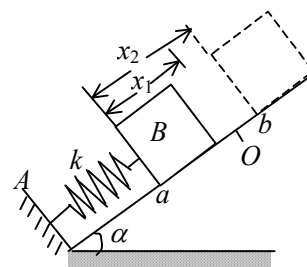
- (A)  $W_1 > 0$ ,  $W_2 < 0$ ,  $W_3 < 0$ .  
 (B)  $W_1 > 0$ ,  $W_2 < 0$ ,  $W_3 > 0$ .  
 (C)  $W_1 = 0$ ,  $W_2 < 0$ ,  $W_3 > 0$ .  
 (D)  $W_1 = 0$ ,  $W_2 < 0$ ,  $W_3 < 0$



[ ]

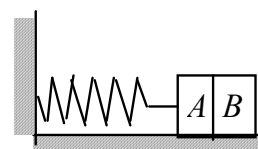
16、劲度系数为  $k$  的轻弹簧，一端与倾角为  $\alpha$  的斜面上的固定档板  $A$  相接，另一端与质量为  $m$  的物体  $B$  相连。 $O$  点为弹簧没有连物体、长度为原长时的端点位置， $a$  点为物体  $B$  的平衡位置。现在将物体  $B$  由  $a$  点沿斜面向上移动到  $b$  点(如图所示)。设  $a$  点与  $O$  点， $a$  点与  $b$  点之间距离分别为  $x_1$  和  $x_2$ ，则在此过程中，由弹簧、物体  $B$  和地球组成的系统势能的增加为

- (A)  $\frac{1}{2} kx_2^2 + mgx_2 \sin \alpha$   
 (B)  $\frac{1}{2} k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \sin \alpha$   
 (C)  $\frac{1}{2} k(x_2 - x_1)^2 - \frac{1}{2} kx_1^2 + mgx_2 \sin \alpha$   
 (D)  $\frac{1}{2} k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \cos \alpha$  [ ]



17、一水平放置的轻弹簧，劲度系数为  $k$ ，其一端固定，另一端系一质量为  $m$  的滑块  $A$ ， $A$  旁又有一质量相同的滑块  $B$ ，如图所示。设两滑块与桌面间无摩擦。若用外力将  $A$ 、 $B$  一起推压使弹簧压缩量为  $d$  而静止，然后撤消外力，则  $B$  离开时的速度为

- (A) 0 (B)  $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$   
 (C)  $d\sqrt{\frac{k}{m}}$  (D)  $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$  [ ]

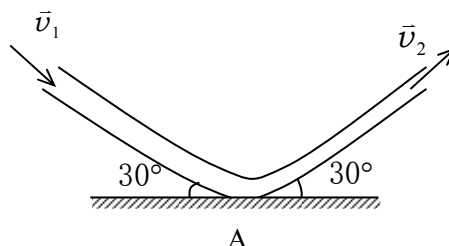


## 二、 填空题

1、如图所示，有  $m$  千克的流水以初速度  $\vec{v}_1$  进入弯管，流出时的速度为  $\vec{v}_2$ ，且  $v_1 = v_2 = v$ 。则在管子转弯处，水对管

壁的平均冲力大小是\_\_\_\_\_，方向

\_\_\_\_\_。（管内水受到的重力不考虑）



2、两个相互作用的物体  $A$  和  $B$ ，无摩擦地在一条水平直线上运动。物体  $A$  的动量是时间的函数，表达式为  $P_A = P_0 - b t$ ，式中  $P_0$ 、 $b$  分别为正值常量， $t$  是时间。在下列两种情况下，写出物体  $B$  的动量作为时间函数的表达式：

(1) 开始时，若  $B$  静止，则  $P_{B1} =$ \_\_\_\_\_；

(2) 开始时，若  $B$  的动量为  $P_0$ ，则  $P_{B2} =$ \_\_\_\_\_。

3、一物体质量  $M = 2$  kg，在合外力  $F = (3 + 2t) \vec{i}$  (SI) 的作用下，从静止开始运动，式中  $\vec{i}$  为方向一定的单位矢量，则当  $t = 1$  s 时物体的速度  $\vec{v}_1 =$ \_\_\_\_\_。

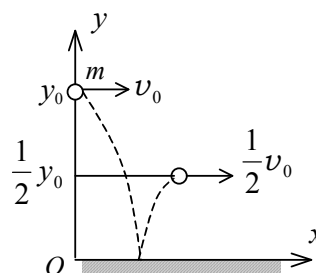
4、质量为  $m$  的小球自高为  $y_0$  处沿水平方向以速率  $v_0$  抛出，与地面碰撞后跳起的最大高度为  $\frac{1}{2} y_0$ ，水平速率为  $\frac{1}{2} v_0$ ，则碰撞过程中

(1) 地面对小球的竖直冲量的大小为

\_\_\_\_\_；

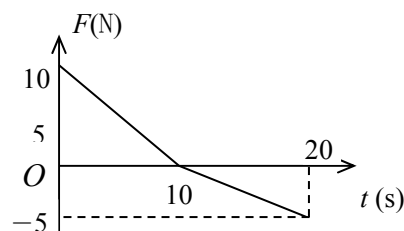
(2) 面对小球的水平冲量的大小为

\_\_\_\_\_。



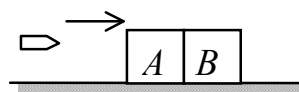
5、一质量为 5 kg 的物体，其所受的作用力  $F$  随时间的变化关系如图所示。设物体从静止开始沿直线运动，则 20 秒末物体的速率

$v =$ \_\_\_\_\_。



6、两块并排的木块  $A$  和  $B$ ，质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ，静止地放置在光滑的水平面上，一子弹水平地穿过两木块，设子弹穿过两木块所用的时间分别为  $\Delta t_1$  和  $\Delta t_2$ ，木块对子弹的阻力为恒力  $F$ ，则子弹穿出后，木块  $A$  的速度大小为

\_\_\_\_\_，木块  $B$  的速度大小为\_\_\_\_\_。

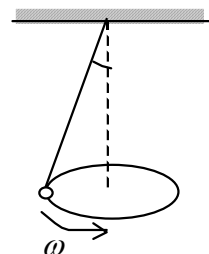


7、粒子  $B$  的质量是粒子  $A$  的质量的 4 倍，开始时粒子  $A$  的速度  $\vec{v}_{A0} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ ，粒子  $B$  的速度  $\vec{v}_{B0} = 2\vec{i} - 7\vec{j}$ ；在无外力作用的情况下两者发生碰撞，碰后粒子  $A$  的速度变为  $\vec{v}_A = 7\vec{i} - 4\vec{j}$ ，则此时粒子  $B$  的速度  $\vec{v}_B =$ \_\_\_\_\_。

8、一个打桩机，夯的质量为  $m$ ，桩的质量为  $m_2$ 。假设夯与桩相碰撞时为完全非弹性碰撞且碰撞时间极短，则刚刚碰撞后夯与桩的动能是碰前的动能的\_\_\_\_\_倍。

9、一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体，若吊车底板加速上升，加速度大小为  $a = 3 + 5t$  (SI)，则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小  $I =$ \_\_\_\_\_；2 秒内物体动量的增量大小  $\Delta P =$ \_\_\_\_\_。

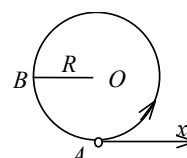
10、图示一圆锥摆，质量为  $m$  的小球在水平面内以角速度  $\omega$  匀速转动。在小球转动一周的过程中，



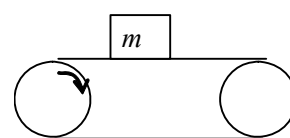
- (1) 小球动量增量的大小等于\_\_\_\_\_。
- (2) 小球所受重力的冲量的大小等于\_\_\_\_\_。
- (3) 小球所受绳子拉力的冲量大小等于\_\_\_\_\_。

11、某质点在力  $\vec{F} = (4 + 5x)\vec{i}$  (SI) 的作用下沿  $x$  轴作直线运动，在从  $x = 0$  移动到  $x = 10$  m 的过程中，力  $\vec{F}$  所做的功为\_\_\_\_\_。

12、图中，沿着半径为  $R$  圆周运动的质点，所受的几个力中有一个是恒力  $\vec{F}_0$ ，方向始终沿  $x$  轴正向，即  $\vec{F}_0 = F_0\vec{i}$ 。当质点从  $A$  点沿逆时针方向走过  $3/4$  圆周到达  $B$  点时，力  $\vec{F}_0$  所作的功为  $W =$ \_\_\_\_\_。



13、如图所示，一物体放在水平传送带上，物体与传送带间无相对滑动，当传送带作匀速运动时，静摩擦力对物体做功为\_\_\_\_\_；当传送带作加速运动时，静摩擦力对物体做功为\_\_\_\_\_；当传送带作减速运动时，静摩擦力对物体做功为\_\_\_\_\_。



(仅填“正”，“负”或“零”)

14、质量为 100 kg 的货物，平放在卡车底板上。卡车以  $4 \text{ m/s}^2$  的加速度启动。货物与卡车底板无相对滑动。则在开始的 4 秒钟内摩擦力对该货物作的功  $W =$ \_\_\_\_\_。

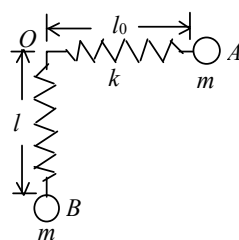
15、一颗速率为 700 m/s 的子弹，打穿一块木板后，速率降到 500 m/s。如果让它继续穿过厚度和阻力均与第一块完全相同的第二块木板，则子弹的速率将降到\_\_\_\_\_。(空气阻力忽略不计)

16、一质点在二恒力共同作用下，位移为  $\Delta\vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$  (SI)；在此过程中，动能增量为 24 J，已知其中一恒力  $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 3\vec{j}$  (SI)，则另一恒力所作的功为\_\_\_\_\_。



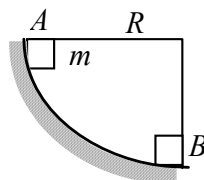
17、如图所示，质量为  $m$  的小球系在劲度系数为  $k$  的轻弹簧一端，弹簧的另一端固定在  $O$  点。开始时弹簧在水平位置  $A$ ，处于自然状态，原长为  $l_0$ 。小球由位置  $A$  释放，下落到  $O$  点正下方位置  $B$  时，弹簧的长度为  $l$ ，则小球到达  $B$  点时的速度大小为

$v_B =$  \_\_\_\_\_。



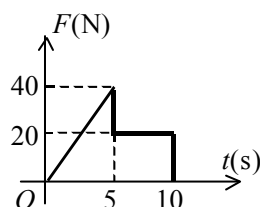
18、如图所示，质量  $m=2\text{ kg}$  的物体从静止开始，沿  $1/4$  圆弧从  $A$  滑到  $B$ ，在  $B$  处速度的大小为  $v=6\text{ m/s}$ ，已知圆的半径  $R=4\text{ m}$ ，则物体从  $A$  到  $B$  的过程中摩擦力对它所作的功

$W =$  \_\_\_\_\_。



19、有一质量为  $m=5\text{ kg}$  的物体，在 0 到 10 秒内，受到如图所示的变力  $F$  的作用。物体由静止开始沿  $x$  轴正向运动，力的方向始终为  $x$

轴的正方向。则 10 秒内变力  $F$  所做的功为\_\_\_\_\_。



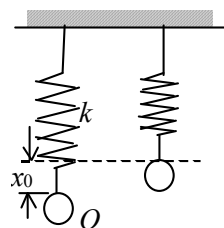
20、质量为  $m$  的质点在指向圆心的平方反比力  $F = -k/r^2$  的作用下，作半径为  $r$  的圆周运动。此质点的速度  $v =$ \_\_\_\_\_。若取距圆心无穷远处为势能零点，它的机械能

$E =$  \_\_\_\_\_。

21、劲度系数为  $k$  的弹簧，上端固定，下端悬挂重物。当弹簧伸长  $x_0$ ，重物在  $O$  处达到平衡，现取重物在  $O$  处时各种势能均为零，则当弹簧长度为

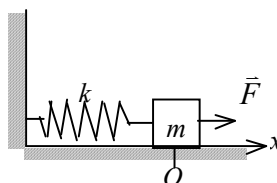
原长时，系统的重力势能为\_\_\_\_\_；系统的弹性势能为\_\_\_\_\_；

系统的总势能为\_\_\_\_\_。（答案用  $k$  和  $x_0$  表示）



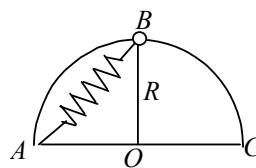
22、如图所示，劲度系数为  $k$  的弹簧，一端固定在墙壁上，另一端连一质量为  $m$  的物体，物体在坐标原点  $O$  时弹簧长度为原长。物体与桌面间的摩擦系数为  $\mu$ 。若物体在不变的外力  $F$  作用下向右移动，则物体到达最远位置时系统的弹性势能

$E_p =$  \_\_\_\_\_。



23、一弹簧原长  $l_0=0.1\text{ m}$ ，劲度系数  $k=50\text{ N/m}$ ，其一端固定在半径为  $R=0.1\text{ m}$  的半圆环的端点  $A$ ，另一端与一套在半圆环上的小环相连。在把小环由半圆环中点  $B$  移到另一端  $C$  的过程中，弹簧的拉力对

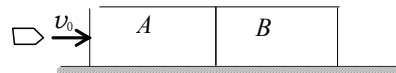
小环所作的功为\_\_\_\_\_ J。



### 三、 计算题：

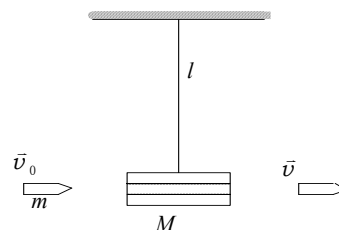
1、如图所示，有两个长方形的物体  $A$  和  $B$  紧靠着静止放在光滑的水平桌面上，已知  $m_A=2\text{ kg}$ ， $m_B=3\text{ kg}$ 。现有一质量  $m=100\text{ g}$  的子弹以速率  $v_0=800\text{ m/s}$  水平射入长方体  $A$ ，经  $t=0.01\text{ s}$ ，又射入长方体  $B$ ，最后停留在长方体  $B$  内未射出。设子弹射入  $A$  时所受的摩擦力为  $F=3\times 10^3\text{ N}$ ，求：

- (1) 子弹在射入  $A$  的过程中， $B$  受到  $A$  的作用力的大小。
- (2) 当子弹留在  $B$  中时， $A$  和  $B$  的速度大小。



2、质量为  $M=1.5\text{ kg}$  的物体，用一根长为  $l=1.25\text{ m}$  的细绳悬挂在天花板上。今有一质量为  $m=10\text{ g}$  的子弹以  $v_0=500\text{ m/s}$  的水平速度射穿物体，刚穿出物体时子弹的速度大小  $v=30\text{ m/s}$ ，设穿透时间极短。求：

- (1) 子弹刚穿出时绳中张力的大小；
- (2) 子弹在穿透过程中所受的冲量。



2、炮弹发射后在其运行轨道上的最高点  $h=19.6\text{ m}$  处炸裂成质量相等的两块。其中一块在爆炸后 1 秒钟落到爆炸点正下方的地面上。设此处与发射点的距离  $S_1=1000\text{ m}$ ，问另一块落地点与发射地点间的距离是多少？  
(空气阻力不计， $g=9.8\text{ m/s}^2$ )

3、静水中停着两个质量均为  $M$  的小船，当第一船中的一个质量为  $m$  的人以水平速度  $v$ （相对于地面）跳上第二船后，两只船运动的速度各多大？（不考虑水对船的阻力）。

5、质量为  $60\text{ kg}$  的人以  $2\text{ m/s}$  的速度从后面跳上质量为  $80\text{ kg}$  的小车，小车原来前进的速度为  $1\text{ m/s}$ ，问：(1) 小车运动速度变为多大？(2) 如果人从前面迎面跳上小车，小车速度又变为多大？

6、一人从  $10\text{ m}$  深的井中提水。起始时桶中装有  $10\text{ kg}$  的水，桶的质量为  $1\text{ kg}$ ，由于水桶漏水，每升高  $1\text{ m}$  要漏去  $0.2\text{ kg}$  的水。求水桶匀速地从井中提到井口，人所作的功。

7、一质量为  $m$  的质点在  $Oxy$  平面上运动，其位置矢量为

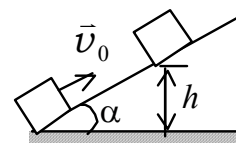
$$\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j} \text{ (SI) 式中 } a, b, \omega \text{ 是正值常量，且 } a > b.$$

- (1)求质点在  $A$  点( $a, 0$ )时和  $B$  点( $0, b$ )时的动能;
- (2)求质点所受的合外力  $\vec{F}$  以及当质点从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中  $\vec{F}$  的分力  $\vec{F}_x$  和  $\vec{F}_y$  分别作的功。

8、把一质量为  $m=0.4\text{ kg}$  的物体,以初速度  $v_0=20\text{ m/s}$  竖直向上抛出,测得上升的最大高度  $H=16\text{ m}$ ,求空气对它的阻力  $f$  (设为恒力) 等于多大?

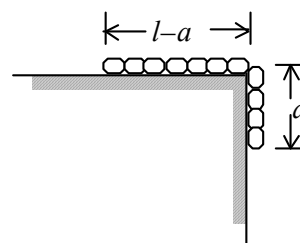
9、一物体与斜面间的摩擦系数  $\mu=0.20$ ,斜面固定,倾角  $\alpha=45^\circ$  . 现给予物体以初速率  $v_0=10\text{ m/s}$ ,使它沿斜面向上滑,如图所示. 求:

- (1)物体能够上升的最大高度  $h$ ;
- (2)该物体达到最高点后,沿斜面返回到原出发点时的速率  $v$  .



10、一链条总长为  $l$ , 质量为  $m$ , 放在桌面上, 并使其部分下垂, 下垂一段的长度为  $a$ . 设链条与桌面之间的滑动摩擦系数为  $\mu$ . 令链条由静止开始运动, 则

- (1)到链条刚离开桌面的过程中, 摩擦力对链条作了多少功?
- (2)链条刚离开桌面时的速率是多少?



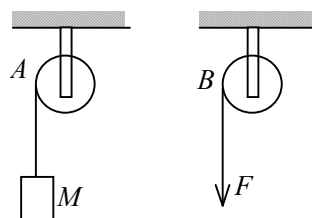
## 第四章 刚体的转动

### 一、 选择题

1、 如图所示,  $A$ 、 $B$  为两个相同的绕着轻绳的定滑轮.  $A$  滑轮挂一质量为  $M$  的物体,  $B$  滑轮受拉力  $F$ , 而且  $F=Mg$ . 设  $A$ 、 $B$  两滑轮的角加速度分别为  $\beta_A$  和  $\beta_B$ , 不计滑轮轴的摩擦, 则有

- (A)  $\beta_A = \beta_B$ .                      (B)  $\beta_A > \beta_B$ .  
(C)  $\beta_A < \beta_B$ .                      (D) 开始时  $\beta_A = \beta_B$ , 以后  $\beta_A < \beta_B$ .

[           ]



2、 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为  $J$ , 绳下端挂一物体. 物体所受重力为  $P$ , 滑轮的角加速度为  $\beta$ . 若将物体去掉而以与  $P$  相等的力直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度  $\beta$  将

- (A) 不变.                              (B) 变小.  
(C) 变大.                              (D) 如何变化无法判断.

[           ]

3、 有两个半径相同, 质量相等的细圆环  $A$  和  $B$ .  $A$  环的质量分布均匀,  $B$  环的质量分布不均匀. 它们对通过环心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为  $J_A$  和  $J_B$ , 则

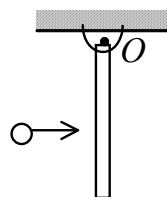
- (A)  $J_A > J_B$ .                      (B)  $J_A < J_B$ .  
(C)  $J_A = J_B$ .                      (D) 不能确定  $J_A$ 、 $J_B$  哪个大.

[           ]

4、 如图所示, 一匀质细杆可绕通过上端与杆垂直的水平光滑固定轴  $O$  旋转, 初始状态为静止悬挂. 现有一个小球自左方水平打击细杆. 设小球与细杆之间为非弹性碰撞, 则在碰撞过程中对细杆与小球这一系统

- (A) 只有机械能守恒.  
(B) 只有动量守恒.  
(C) 只有对转轴  $O$  的角动量守恒.  
(D) 机械能、动量和角动量均守恒.

[           ]

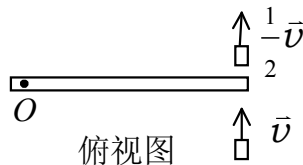


5、 质量为  $m$  的小孩站在半径为  $R$  的水平平台边缘上. 平台可以绕通过其中心的竖直光滑固定轴自由转动, 转动惯量为  $J$ . 平台和小孩开始时均静止. 当小孩突然以相对于地面为  $v$  的速率在台边缘沿逆时针转向走动时, 则此平台相对地面旋转的角速度和旋转方向分别为

- (A)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \left( \frac{v}{R} \right)$ , 顺时针.                      (B)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \left( \frac{v}{R} \right)$ , 逆时针.  
(C)  $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left( \frac{v}{R} \right)$ , 顺时针.                      (D)  $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left( \frac{v}{R} \right)$ , 逆时针.

[           ]

6、 如图所示, 一静止的均匀细棒, 长为  $L$ 、质量为  $M$ , 可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴  $O$  在水平面内转动, 转动惯量为  $\frac{1}{3}ML^2$ . 一质量为  $m$ 、速率为  $v$  的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射出并穿出棒的自由端, 设穿过棒后子弹的速率为  $\frac{1}{2}v$ , 则此时棒的角速度应为



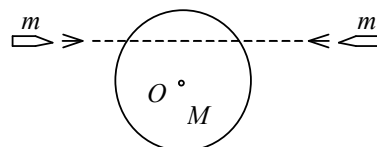
俯视图

- (A)  $\frac{mv}{ML}$ . (B)  $\frac{3mv}{2ML}$ .  
 (C)  $\frac{5mv}{3ML}$ . (D)  $\frac{7mv}{4ML}$ . [ ]

7、一个物体正在绕固定光滑轴自由转动，

- (A) 它受热膨胀或遇冷收缩时，角速度不变。  
 (B) 它受热时角速度变大，遇冷时角速度变小。  
 (C) 它受热或遇冷时，角速度均变大。  
 (D) 它受热时角速度变小，遇冷时角速度变大。 [ ]

8、一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴  $O$  转动，如图射来两个质量相同，速度大小相同，方向相反并在一条直线上的子弹，子弹射入圆盘并且留在盘内，则子弹射入后的瞬间，圆盘的角速度  $\omega$



- (A) 增大. (B) 不变.  
 (C) 减小. (D) 不能确定. [ ]

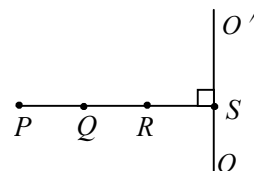
## 二、填空题

1、一个以恒定角加速度转动的圆盘，如果在某一时刻的角速度为  $\omega_1 = 20\pi \text{ rad/s}$ ，再转 60

转后角速度为  $\omega_2 = 30\pi \text{ rad/s}$ ，则角加速度  $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$ ，转过上述 60 转所需的时间

$\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2、如图所示， $P$ 、 $Q$ 、 $R$  和  $S$  是附于刚性轻质细杆上的质量分别为  $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$  和  $m$  的四个质点， $PQ = QR = RS = l$ ，则系统对  $OO'$

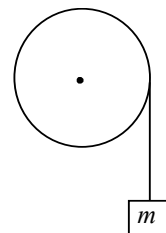


轴的转动惯量为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

3、一定滑轮质量为  $M$ 、半径为  $R$ ，对水平轴的转动惯量  $J = \frac{1}{2}MR^2$ 。在滑轮的边缘绕一细绳，绳的下端挂一物体。绳的质量可以忽略且不能伸长，滑轮与轴承间无摩擦。物体下

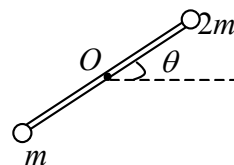
落的加速度为  $a$ ，则绳中的张力  $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4、如图所示，一轻绳绕于半径为  $r$  的飞轮边缘，并以质量为  $m$  的物体挂在绳端，飞轮对过轮心且与轮面垂直的水平固定轴的转动惯量为  $J$ 。若



不计摩擦，飞轮的角加速度  $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

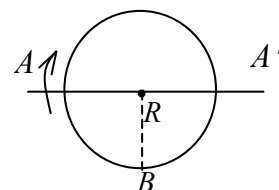
5、一长为  $l$ 、质量可以忽略的直杆，两端分别固定有质量为  $2m$  和  $m$  的小球，杆可绕通过其中心  $O$  且与杆垂直的水平光滑固定轴在铅直平面内转动。开始杆与水平方向成某一角度  $\theta$ ，处于静止状态，如图所示。释放后，杆绕  $O$  轴转动。则当杆转到水平位置时，该系统所受到的合外力矩的大小



$M =$  \_\_\_\_\_，此时该系统角加速度的大小

$\beta =$  \_\_\_\_\_。

6、如图所示，一质量为  $m$ 、半径为  $R$  的薄圆盘，可绕通过其一直径的光滑固定轴  $AA'$  转动，转动惯量  $J = mR^2 / 4$ 。该圆盘从静止开始在恒力矩  $M$  作用下转动， $t$  秒后位于圆盘边缘上与轴  $AA'$  的垂直距离为  $R$  的  $B$  点



的切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_，法向加速度

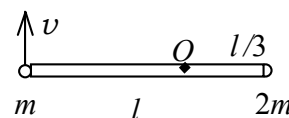
$a_n =$  \_\_\_\_\_。

7、一根均匀棒，长为  $l$ ，质量为  $m$ ，可绕通过其一端且与其垂直的固定轴在竖直面内自由转动。开始时棒静止在水平位置，当它自由下摆时，它的初角速度等于 \_\_\_\_\_，初

角加速度等于 \_\_\_\_\_。已知均匀棒对于通过其一端垂直于棒的轴的转动惯量为  $\frac{1}{3}ml^2$ 。

8、转动着的飞轮的转动惯量为  $J$ ，在  $t=0$  时角速度为  $\omega_0$ 。此后飞轮经历制动过程。阻力矩  $M$  的大小与角速度  $\omega$  的平方成正比，比例系数为  $k$  ( $k$  为大于 0 的常量)。当  $\omega = \frac{1}{3}\omega_0$  时，飞轮的角加速度  $\beta =$  \_\_\_\_\_。从开始制动到  $\omega = \frac{1}{3}\omega_0$  所经过的时间  $t =$  \_\_\_\_\_。

9、质量分别为  $m$  和  $2m$  的两物体(都可视为质点)，用一长为  $l$  的轻质刚性细杆相连，系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴  $O$  转动，已知  $O$  轴离质量为  $2m$  的质点的距离为  $\frac{1}{3}l$ ，质量为  $m$  的质点的线速度为  $v$  且与杆垂直，则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小



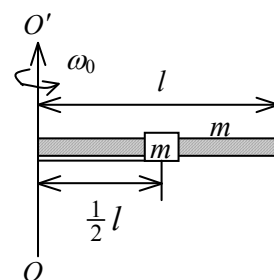
俯视图

为 \_\_\_\_\_。

10、一个质量为  $m$  的小虫，在有光滑竖直固定中心轴的水平圆盘边缘上，沿逆时针方向爬行，它相对于地面的速率为  $v$ ，此时圆盘正沿顺时针方向转动，相对于地面的角速度为  $\omega$ 。设圆盘对中心轴的转动惯量为  $J$ 。若小虫停止爬行，则圆盘的角速度为 \_\_\_\_\_。

11、质量为  $M=0.03\text{ kg}$ 、长为  $l=0.2\text{ m}$  的均匀细棒，可在水平面内绕通过棒中心并与棒垂直的光滑固定轴转动，其转动惯量为  $Ml^2 / 12$ 。棒上套有两个可沿棒滑动的小物体，它们的质量均为  $m=0.02\text{ kg}$ 。开始时，两个小物体分别被夹子固定于棒中心的两边，到中心的距离均为  $r=0.05\text{ m}$ ，棒以  $0.5\pi\text{ rad/s}$  的角速度转动。今将夹子松开，两小物体就沿细棒向外滑去，当达到棒端时棒的角速度  $\omega =$  \_\_\_\_\_。

12、在一水平放置的质量为  $m$ 、长度为  $l$  的均匀细杆上，套着一质量也为  $m$  的套管  $B$  (可看作质点)，套管用细线拉住，它到竖直的光滑固定轴  $OO'$  的距离为  $\frac{1}{2}l$ ，杆和套管所组成的系统以角速度  $\omega_0$  绕  $OO'$  轴转动，如图所示。若在转动过程中细线被拉断，套管将沿着杆滑动。在套管滑动过程中，该系统转动的角速度  $\omega$



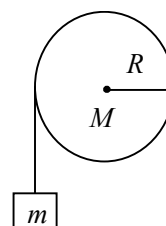
与套管离轴的距离  $x$  的函数关系为\_\_\_\_\_。(已知杆本身对  $OO'$  轴的转动惯量为  $\frac{1}{3}ml^2$ )

### 三、计算题:

1、已知一定轴转动体系，在各个时间间隔内的角速度如下： $\omega = \omega_0 \quad 0 \leq t \leq 5$  (SI)， $\omega = \omega_0 + 3t - 15 \quad 5 \leq t \leq 8$  (SI)， $\omega = \omega_1 - 3t + 24 \quad t \geq 8$  (SI)，式中  $\omega_0 = 18 \text{ rad/s}$

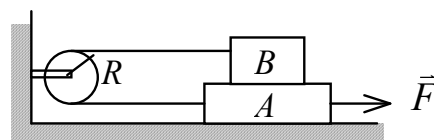
- (1) 求上述方程中的  $\omega_1$ 。
- (2) 根据上述规律，求该体系在什么时刻角速度为零。

2、如图所示，一个质量为  $m$  的物体与绕在定滑轮上的绳子相联，绳子质量可以忽略，它与定滑轮之间无滑动。假定滑轮质量为  $M$ 、半径为  $R$ ，其转动惯量为  $\frac{1}{2}MR^2$ 。一质量为  $M=15 \text{ kg}$ 、半径为  $R=0.30 \text{ m}$  的圆柱体，可绕与其几何轴重合的水平固定轴转动(转动惯量  $J = \frac{1}{2}MR^2$ )。现以一不能伸长的轻绳绕于柱面，而在绳的下端悬一质量  $m=8.0 \text{ kg}$  的物体。不计圆柱体与轴之间的摩擦，求：



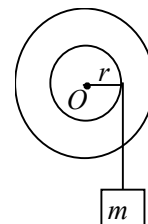
- (1) 物体自静止下落，5 s 内下降的距离；
- (2) 绳中的张力。

3、物体  $A$  和  $B$  叠放在水平桌面上，由跨过定滑轮的轻质细绳相互连接，如图所示。今用大小为  $F$  的水平力拉  $A$ 。设  $A$ 、 $B$  和滑轮的质量都为  $m$ ，滑轮的半径为  $R$ ，对轴的转动惯量  $J = \frac{1}{2}mR^2$ ， $AB$  之间、 $A$  与桌面之间、滑轮与其轴之间的摩擦都可以忽略不计，绳与滑轮之间无相对的滑动且绳不可伸长。已知  $F=10 \text{ N}$ ， $m=8.0 \text{ kg}$ ， $R=0.050 \text{ m}$ ，求：



- (1) 滑轮的角加速度；
- (2) 物体  $A$  与滑轮之间的绳中的张力；
- (3) 物体  $B$  与滑轮之间的绳中的张力。

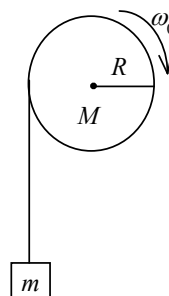
4、一质量为  $m$  的物体悬于一条轻绳的一端，绳另一端绕在一轮轴的轴上，如图所示。轴水平且垂直于轮轴面，其半径为  $r$ ，整个装置架在光滑的固定轴承之上。当物体从静止释放后，在时间  $t$  内下降了一段距离  $S$ 。试求整个轮轴的转动惯量(用  $m$ 、 $r$ 、 $t$  和  $S$  表示)。



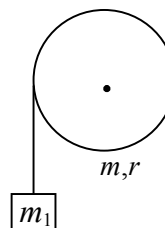
5、一轴承光滑的定滑轮，质量为  $M=2.00\text{ kg}$ ，半径为  $R=0.100\text{ m}$ ，一根不能伸长的轻绳，一端固定在定滑轮上，另一端系有一质量为  $m=5.00\text{ kg}$  的物体，如图所示。已知定滑轮的转动惯量为  $J=\frac{1}{2}MR^2$ ，其初角速度  $\omega_0=10.0\text{ rad/s}$ ，

方向垂直纸面向里.求：

- (1) 定滑轮的角加速度的大小和方向；
- (2) 定滑轮的角速度变化到  $\omega=0$  时，物体上升的高度；
- (3) 当物体回到原来位置时，定滑轮的角速度的大小和方向。



6、质量  $m=1.1\text{ kg}$  的匀质圆盘，可以绕通过其中心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动，对轴的转动惯量  $J=\frac{1}{2}mr^2$  ( $r$  为盘的半径). 圆盘边缘绕有绳子，绳子下端挂一质量  $m_1=1.0\text{ kg}$  的物体，如图所示. 起初在圆盘上加一恒力矩使物体以速率  $v_0=0.6\text{ m/s}$  匀速上升，如撤去所加力矩，问经历多少时间圆盘开始作反方向转动。

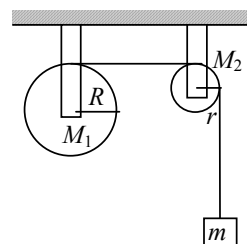


7、质量为  $M_1=24\text{ kg}$  的圆轮，可绕水平光滑固定轴转动，一轻绳缠绕于轮上，另一端通过质量为  $M_2=5\text{ kg}$  的圆盘形定滑轮悬有  $m=10\text{ kg}$  的物体. 求当重物由静止开始下降了  $h=0.5\text{ m}$  时，

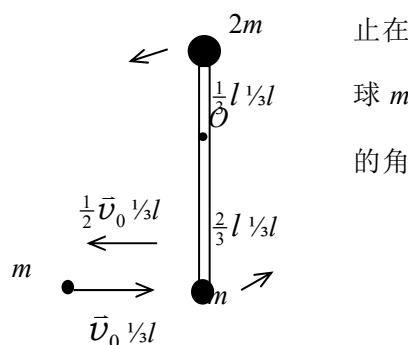
- (1) 物体的速度；
- (2) 绳中张力。(设绳与定滑轮间无相对滑动，圆轮、定滑轮绕通过

轮心且垂直于横截面的水平光滑轴的转动惯量分别为  $J_1=\frac{1}{2}M_1R^2$ ，

$$J_2=\frac{1}{2}M_2r^2)$$



8、如图所示，长为  $l$  的轻杆，两端各固定质量分别为  $m$  和  $2m$  的小球，杆可绕水平光滑固定轴  $O$  在竖直面内转动，转轴  $O$  距两端分别为  $\frac{1}{3}l$  和  $\frac{2}{3}l$ 。轻杆原来静止在竖直位置. 今有一质量为  $m$  的小球，以水平速度  $\vec{v}_0$  与杆下端小球作对心碰撞，碰后以  $\frac{1}{2}\vec{v}_0$  的速度返回，试求碰撞后轻杆所获得的速度。



9、质量为  $M=0.03\text{ kg}$ ，长为  $l=0.2\text{ m}$  的均匀细棒，在一水平面内绕通过棒中心并与棒垂直的光滑固定轴自由转动. 细棒上套有两个可沿棒滑动的小物体，每个质量都为  $m=0.02\text{ kg}$ . 开始时，两小物体分别被固定在棒中心的两侧且距棒中心各为  $r=0.05\text{ m}$ ，此系统以  $n_1=15\text{ rev/min}$  的转速转动. 若将小物体松开,设它们在滑动过程中受到的阻力正比于它们相对棒的速度,(已知棒对中心轴的转动惯量为  $MI^2/12$ )求：

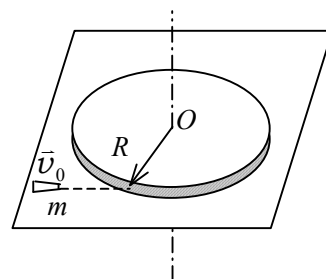
- (1) 当两小物体到达棒端时，系统的角速度是多少？
- (2) 当两小物体飞离棒端，棒的角速度是多少？



10、一质量均匀分布的圆盘，质量为  $M$ ，半径为  $R$ ，放在一粗糙水平面上(圆盘与水平面之间的摩擦系数为  $\mu$ )，圆盘可绕通过其中心  $O$  的竖直固定光滑轴转动。开始时，圆盘静止，一质量为  $m$  的子弹以水平速度  $v_0$  垂直于圆盘半径打入圆盘边缘并嵌在盘边上，求

(1) 子弹击中圆盘后，盘所获得的角速度。

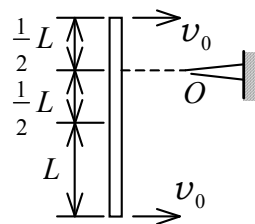
(2) 经过多少时间后，圆盘停止转动。(圆盘绕通过  $O$  的竖直轴的转动惯量为  $\frac{1}{2}MR^2$ ，忽略子弹重力造成的摩擦阻力矩)



11、一匀质细棒长为  $2L$ ，质量为  $m$ ，以与棒长方向相垂直的速度  $v_0$  在光滑水平面内平动时，与前方一固定的光滑支点  $O$  发生完全非弹性碰撞。碰撞点位于棒中心的一侧

$\frac{1}{2}L$  处，如图所示。求棒在碰撞后的瞬时绕  $O$  点转动的角速度  $\omega$ 。(细棒绕

通过其端点且与其垂直的轴转动时的转动惯量为  $\frac{1}{3}ml^2$ ，式中的  $m$  和  $l$  分别为棒的质量和长度。)



## 第五章 机械振动

### 一、选择题:

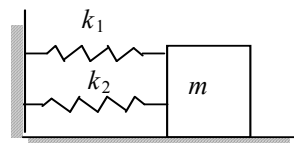
1、两个质点各自作简谐振动，它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为

$x_1 = A \cos(\omega t + \alpha)$ 。当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时，第二个质点正在最大正位移处。则第二个质点的振动方程为

- (A)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2}\pi)$ .      (B)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2}\pi)$ .  
 (C)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2}\pi)$ .      (D)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \pi)$ .      [      ]

2、如图所示，质量为  $m$  的物体由劲度系数为  $k_1$  和  $k_2$  的两个轻弹簧连接在水平光滑导轨上作微小振动，则该系统的振动频率为

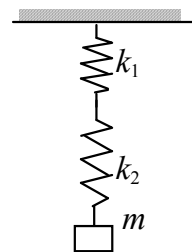
- (A)  $\nu = 2\pi \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$ .      (B)  $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$ .  
 (C)  $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{mk_1k_2}}$ .      (D)  $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1 + k_2)}}$ .



[      ]

3、劲度系数分别为  $k_1$  和  $k_2$  的两个轻弹簧串联在一起，下面挂着质量为  $m$  的物体，构成一个竖挂的弹簧振子，则该系统的振动周期为

- (A)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{2k_1k_2}}$ .      (B)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(k_1 + k_2)}}$ .  
 (C)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1k_2}}$ .      (D)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k_1 + k_2}}$ .



[      ]

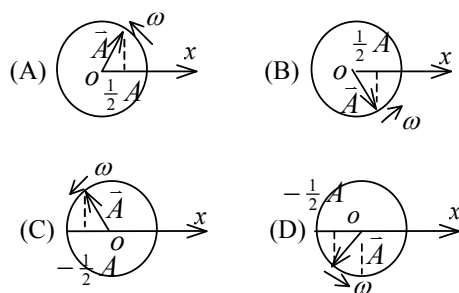
4、一质点沿  $x$  轴作简谐振动，振动方程为  $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$  (SI)。从  $t = 0$  时刻起，到质点位置在  $x = -2$  cm 处，且向  $x$  轴正方向运动的最短时间间隔为

- (A)  $\frac{1}{8}$  s      (B)  $\frac{1}{6}$  s      (C)  $\frac{1}{4}$  s  
 (D)  $\frac{1}{3}$  s      (E)  $\frac{1}{2}$  s      [      ]

5、一质点在  $x$  轴上作简谐振动，振幅  $A = 4$  cm，周期  $T = 2$  s，其平衡位置取作坐标原点。若  $t = 0$  时刻质点第一次通过  $x = -2$  cm 处，且向  $x$  轴负方向运动，则质点第二次通过  $x = -2$  cm 处的时刻为

- (A) 1 s.      (B) (2/3) s.  
 (C) (4/3) s.      (D) 2 s.      [      ]

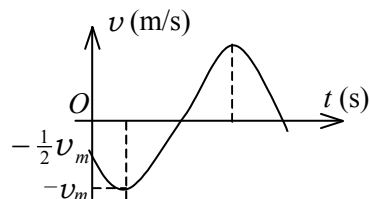
6、一个质点作简谐振动，振幅为  $A$ ，在起始时刻质点的位移为  $\frac{1}{2}A$ ，且向  $x$  轴的正方向运动，代表此简谐振动的旋转矢量图为



[       ]

7、用余弦函数描述一简谐振子的振动。若其速度~时间 ( $v \sim t$ ) 关系曲线如图所示,则振动的初相位为

- (A)  $\pi/6$ .                      (B)  $\pi/3$ .  
(C)  $\pi/2$ .                      (D)  $2\pi/3$ .  
(E)  $5\pi/6$ .



[       ]

8、弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在半个周期内所作的功为

- (A)  $kA^2$ .                      (B)  $\frac{1}{2}kA^2$ .  
(C)  $(1/4)kA^2$ .              (D) 0.

[       ]

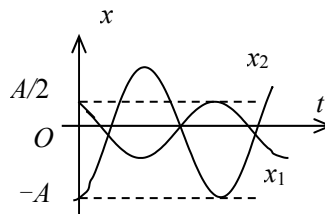
9、一弹簧振子作简谐振动，当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的  $1/4$  时，其动能为振动总能量的

- (A)  $7/16$ .                      (B)  $9/16$ .                      (C)  $11/16$ .  
(D)  $13/16$ .                      (E)  $15/16$ .

[       ]

10、图中所画的是两个简谐振动的振动曲线。若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动的初相为

- (A)  $\frac{3}{2}\pi$ .                      (B)  $\pi$ .  
(C)  $\frac{1}{2}\pi$ .                      (D) 0.



[       ]

## 二、填空题

1、无阻尼自由简谐振动的周期和频率由\_\_\_\_\_

决定。对于给定的简谐振动系统，其振幅、初相由\_\_\_\_\_决定。

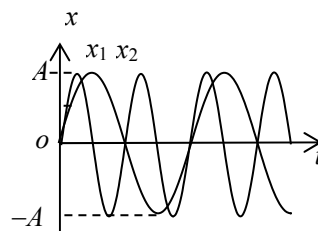
2、两个弹簧振子的周期都是  $0.4\text{ s}$ ，设开始时第一个振子从平衡位置向负方向运动，经过  $0.5\text{ s}$  后，第二个振子才从正方向的端点开始运动，则这两振动的相位差为\_\_\_\_\_。

3、两质点沿水平  $x$  轴线作相同频率和相同振幅的简谐振动，平衡位置都在坐标原点。它们总是沿相反方向经过同一个点，其位移  $x$  的绝对值为振幅的一半，则它们之间的相位差为\_\_\_\_\_。

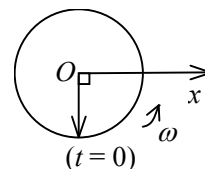
4、两个简谐振动曲线如图所示，则两个简谐振动的频率之比  $\nu_1 : \nu_2 =$  \_\_\_\_\_，加速度最

大值之比  $a_{1m} : a_{2m} =$  \_\_\_\_\_，

初始速率之比  $\nu_{10} : \nu_{20} =$  \_\_\_\_\_。

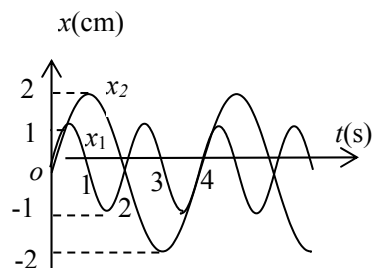


5、图中用旋转矢量法表示了一个简谐振动。旋转矢量的长度为 0.04 m，旋转角速度  $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$ 。此简谐振动以余弦函数表示的振动方程为  $x =$  \_\_\_\_\_ (SI)。



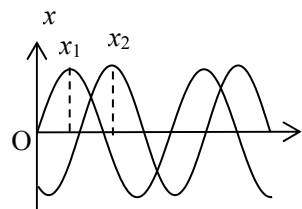
6、已知两个简谐振动的振动曲线如图所示。两简谐振动的最

大速率之比为 \_\_\_\_\_。



7、已知两个简谐振动曲线如图所示。 $x_1$  的相位比  $x_2$  的相位

超前 \_\_\_\_\_。



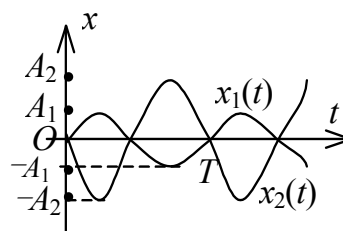
8、一系统作简谐振动，周期为  $T$ ，以余弦函数表达振动时，初相为零。在  $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$  范

围内，系统在  $t =$  \_\_\_\_\_ 时刻动能和势能相等。

9、两个同方向的简谐振动曲线如图所示。合振动的振幅为

\_\_\_\_\_，合振动的振动方程为

\_\_\_\_\_。



10、一质点同时参与了三个简谐振动，它们的振动方程分别为

$$x_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{3}\pi), \quad x_2 = A \cos(\omega t + \frac{5}{3}\pi), \quad x_3 = A \cos(\omega t + \pi)$$

其合成运动的运动方程为  $x =$  \_\_\_\_\_。

### 三、计算题

1、质量  $m = 10 \text{ g}$  的小球与轻弹簧组成的振动系统，按  $x = 0.5 \cos(8\pi t + \frac{1}{3}\pi)$  的规律作自由振动，

式中  $t$  以秒作单位， $x$  以厘米为单位，求

- (1) 振动的角频率、周期、振幅和初相；
- (2) 振动的速度、加速度的数值表达式；
- (3) 振动的能量  $E$ ；
- (4) 平均动能和平均势能。

2、有一轻弹簧，当下端挂一个质量  $m_1 = 10 \text{ g}$  的物体而平衡时，伸长量为  $4.9 \text{ cm}$ 。用这个弹簧和质量  $m_2 = 16 \text{ g}$  的物体组成一弹簧振子。取平衡位置为原点，向上为  $x$  轴的正方向。将  $m_2$  从平衡位置向下拉  $2 \text{ cm}$  后，给予向上的初速度  $v_0 = 5 \text{ cm/s}$  并开始计时，试求  $m_2$  的振动周期和振动的数值表达式。

3、质量为  $2 \text{ kg}$  的质点，按方程  $x = 0.2 \sin[5t - (\pi/6)]$  (SI) 沿着  $x$  轴振动。求：

- (1)  $t = 0$  时，作用于质点的力的大小；
- (2) 作用于质点的力的最大值和此时质点的位置。

4、一单摆的角振幅  $\theta_0 = 0.1\pi$ ，周期  $T = 0.5 \text{ s}$ ，求：

- (1) 最大的摆动角速度  $(d\theta/dt)_{\max}$ ，
- (2) 当角位移是角振幅的一半时的角速度  $(d\theta/dt)$  的大小。

5、在直立的 U 形管中装有质量为  $m = 240 \text{ g}$  的水银（密度为  $\rho = 13.6 \text{ g/cm}^3$ ），管的截面积为  $S = 0.30 \text{ cm}^2$ 。经初始扰动后，水银在管内作微小振动。不计各种阻力。试列出振动微分方程，并求出振动周期。

6、在竖直悬挂的轻弹簧下端系一质量为  $100 \text{ g}$  的物体，当物体处于平衡状态时，再对物体加一拉力使弹簧伸长，然后从静止状态将物体释放。已知物体在  $32 \text{ s}$  内完成  $48$  次振动，振幅为  $5 \text{ cm}$ 。

- (1) 上述的外加拉力是多大？
- (2) 当物体在平衡位置以下  $1 \text{ cm}$  处时，此振动系统的动能和势能各是多少？

## 第六章 机械波

### 一、选择题

1、把一根十分长的绳子拉成水平，用手握其一端．维持拉力恒定，使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动，则

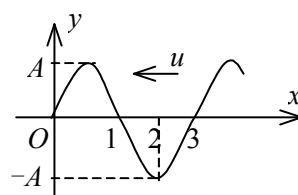
- (A) 振动频率越高，波长越长．      (B) 振动频率越低，波长越长．  
(C) 振动频率越高，波速越大．      (D) 振动频率越低，波速越大．

[      ]

2、一横波沿  $x$  轴负方向传播，若  $t$  时刻波形曲线如图所示，则在  $t + T/4$  时刻  $x$  轴上的 1、2、3 三点的振动位移分别是

- (A)  $A, 0, -A$ .      (B)  $-A, 0, A$ .  
(C)  $0, A, 0$ .      (D)  $0, -A, 0$ .

[      ]



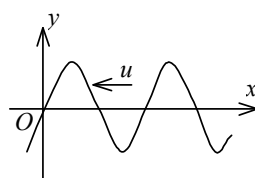
3、在下面几种说法中，正确的说法是：

- (A) 波源不动时，波源的振动周期与波动的周期在数值上是不同的。  
(B) 波源振动的速度与波速相同。  
(C) 在波传播方向上的任一质点振动相位总是比波源的相位滞后(按差值不大于  $\pi$  计).  
(D) 在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位超前. (按差值不大于  $\pi$  计)

[      ]

4、图为沿  $x$  轴负方向传播的平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形。若波的表达式以余弦函数表示，则  $O$  点处质点振动的初相为

- (A)  $0$ .      (B)  $\frac{1}{2}\pi$ .  
(C)  $\pi$ .      (D)  $\frac{3}{2}\pi$ .

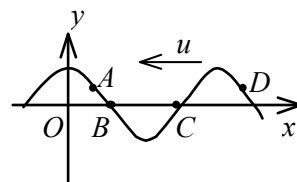


[      ]

5、横波以波速  $u$  沿  $x$  轴负方向传播， $t$  时刻波形曲线如图。则该时刻

- (A)  $A$  点振动速度大于零．      (B)  $B$  点静止不动．  
(C)  $C$  点向下运动．      (D)  $D$  点振动速度小于零．

[      ]



6、一简谐横波沿  $Ox$  轴传播．若  $Ox$  轴上  $P_1$  和  $P_2$  两点相距  $\lambda/8$  (其中  $\lambda$  为该波的波长)，则在波的传播过程中，这两点振动速度的

- (A) 方向总是相同．      (B) 方向总是相反．  
(C) 方向有时相同，有时相反．      (D) 大小总是不相等．

[      ]

7、一简谐波沿  $x$  轴正方向传播,  $t = T/4$  时的波形曲线如图所示。若振动以余弦函数表示, 且此题各点振动的初相取  $-\pi$  到  $\pi$  之间的值, 则

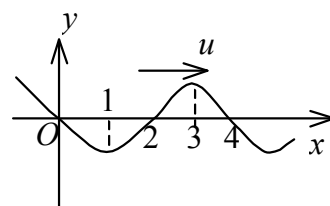
(A)  $O$  点的初相为  $\phi_0 = 0$  .

(B) 1 点的初相为  $\phi_1 = -\frac{1}{2}\pi$  .

(C) 2 点的初相为  $\phi_2 = \pi$  .

(D) 3 点的初相为  $\phi_3 = -\frac{1}{2}\pi$  .

[       ]



8、一平面简谐波, 其振幅为  $A$ , 频率为  $\nu$ , 波沿  $x$  轴正方向传播。设  $t = t_0$  时刻波形如图所示。则  $x = 0$  处质点的振动方程为

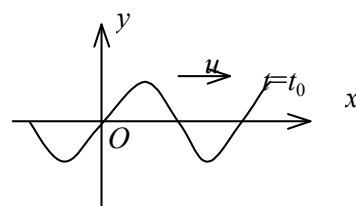
(A)  $y = A \cos[2\pi\nu(t + t_0) + \frac{1}{2}\pi]$  .

(B)  $y = A \cos[2\pi\nu(t - t_0) + \frac{1}{2}\pi]$  .

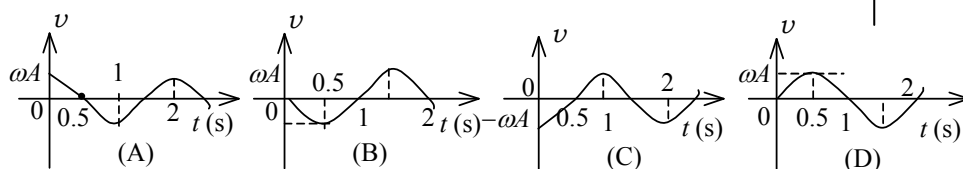
(C)  $y = A \cos[2\pi\nu(t - t_0) - \frac{1}{2}\pi]$  .

(D)  $y = A \cos[2\pi\nu(t - t_0) + \pi]$  .

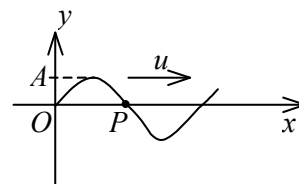
[       ]



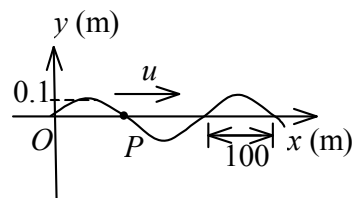
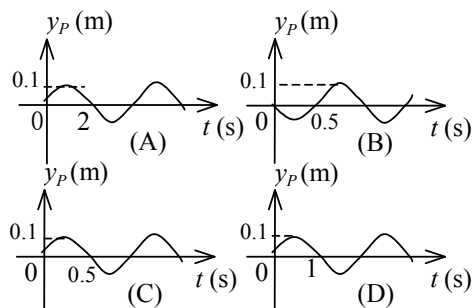
9、一简谐波沿  $Ox$  轴正方向传播,  $t = 0$  时刻波形曲线如图所示。已知周期为 2 s, 则  $P$  点处质点的振动速度  $v$  与时间  $t$  的关系曲线为:



[       ]



10、如图所示为一平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图, 该波的波速  $u = 200$  m/s, 则  $P$  处质点的振动曲线为



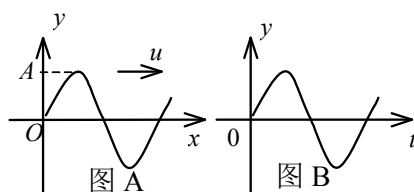
[       ]

11、图 A 表示  $t=0$  时的余弦波的波形图，波沿  $x$  轴正向传播；图 B 为一余弦振动曲线。则图 A 中所表示的  $x=0$  处振动的初相位与图 B 所表示的振动的初相位

(A) 均为零. (B) 均为  $\frac{1}{2}\pi$

(C) 均为  $-\frac{1}{2}\pi$

(D) 依次为  $\frac{1}{2}\pi$  与  $-\frac{1}{2}\pi$ . (E) 依次为  $-\frac{1}{2}\pi$  与  $\frac{1}{2}\pi$ . [ ]



12、如图所示，有一平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播，坐标原点  $O$  的振动规律为  $y = A \cos(\omega t + \phi_0)$ ，则  $B$  点的振动方程为

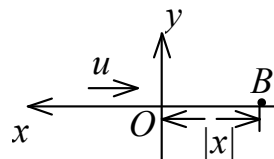
(A)  $y = A \cos[\omega t - (x/u) + \phi_0]$ .

(B)  $y = A \cos \omega[t + (x/u)]$ .

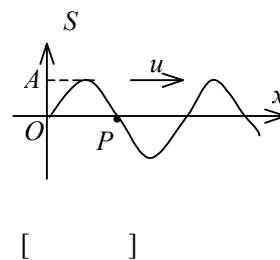
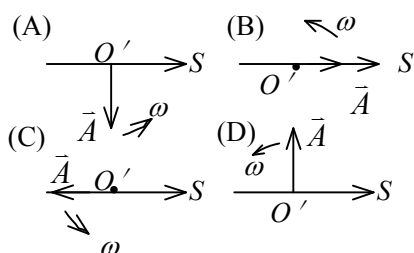
(C)  $y = A \cos \{\omega[t - (x/u)] + \phi_0\}$ .

(D)  $y = A \cos \{\omega[t + (x/u)] + \phi_0\}$ .

[ ]



13、一平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播， $t=0$  时刻的波形图如图所示，则  $P$  处质点的振动在  $t=0$  时刻的旋转矢量图是



[ ]

14、当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，下述各结论哪个是正确的？

(A) 媒质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒。

(B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化，但二者的相位不相同。

(C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同，但二者的数值不相等。

(D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大。 [ ]

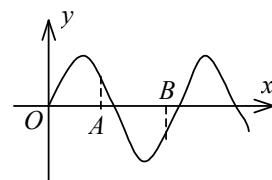
15、图示一平面简谐机械波在  $t$  时刻的波形曲线。若此时  $A$  点处媒质质元的振动动能在增大，则

(A)  $A$  点处质元的弹性势能在减小。

(B) 波沿  $x$  轴负方向传播。

(C)  $B$  点处质元的振动动能在减小。

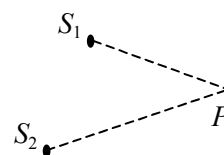
(D) 各点的波的能量密度都不随时间变化。



[ ]



16、如图所示,  $S_1$  和  $S_2$  为两相干波源, 它们的振动方向均垂直于图面, 发出波长为  $\lambda$  的简谐波,  $P$  点是两列波相遇区域中的一点, 已知  $\overline{S_1P} = 2\lambda$ ,  $\overline{S_2P} = 2.2\lambda$ , 两列波在  $P$  点发生相消干涉. 若  $S_1$  的振动方程为  $y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ , 则  $S_2$  的振动方程为



- (A)  $y_2 = A \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ . (B)  $y_2 = A \cos(2\pi t - \pi)$ .  
 (C)  $y_2 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ . (D)  $y_2 = 2A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$ . [ ]

17、在弦线上有一简谐波, 其表达式是

$y_1 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{20}) + \frac{\pi}{3}]$  (SI) 为了在此弦线上形成驻波, 并且在  $x = 0$  处为一波节, 此弦线上还应有一简谐波, 其表达式为:

- (A)  $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}) + \frac{\pi}{3}]$  (SI).  
 (B)  $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}) + \frac{2\pi}{3}]$  (SI).  
 (C)  $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}) + \frac{4\pi}{3}]$  (SI).  
 (D)  $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}) - \frac{\pi}{3}]$  (SI). [ ]

18、在驻波中, 两个相邻波节间各质点的振动

- (A) 振幅相同, 相位相同. (B) 振幅不同, 相位相同.  
 (C) 振幅相同, 相位不同. (D) 振幅不同, 相位不同. [ ]

## 二、填空题

1、已知一平面简谐波沿  $x$  轴正向传播, 振动周期  $T = 0.5$  s, 波长  $\lambda = 10$  m, 振幅  $A = 0.1$  m. 当  $t = 0$  时波源振动的位移恰好为正的极大值. 若波源处为原点. 则沿波传播方向距离波源为  $\frac{1}{2}\lambda$  处的振动方程为  $y =$  \_\_\_\_\_. 当  $t = \frac{1}{2}T$  时,  $x = \lambda/4$  处质点的振动速度为 \_\_\_\_\_.

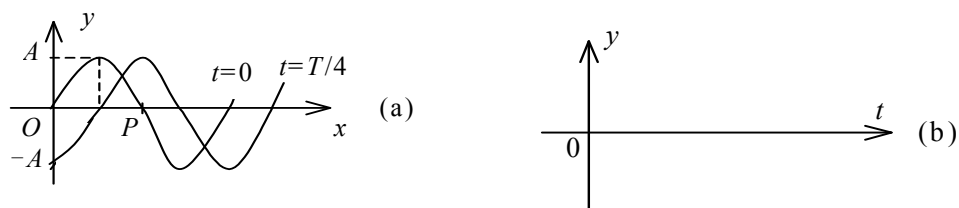
2、一平面简谐波沿  $Ox$  轴传播, 波动表达式为  $y = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$ , 则  $x_1 = L$

处介质质点振动的初相是 \_\_\_\_\_; 与  $x_1$  处质点振动状

态相同的其它质点的位置是 \_\_\_\_\_; 与  $x_1$  处质点速度大小相同,

但方向相反的其它各质点的位置是 \_\_\_\_\_.

3、图(a)示一简谐波在  $t=0$  和  $t=T/4$  ( $T$  为周期) 时的波形图, 试在图(b)上画出  $P$  处质点的振动曲线。

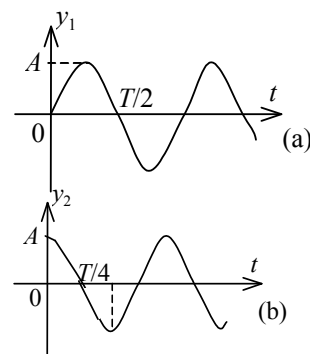


4、一简谐波沿  $Ox$  轴负方向传播,  $x$  轴上  $P_1$  点处的振动方程为  $y_{P_1} = 0.04 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$  (SI).  $x$  轴上  $P_2$  点的坐标减去  $P_1$  点的坐标等于  $3\lambda/4$  ( $\lambda$  为波长), 则  $P_2$  点的振动方程为

\_\_\_\_\_。

5、一简谐波沿  $x$  轴正方向传播,  $x_1$  与  $x_2$  两点处的振动曲线如图(a)和(b)所示. 已知  $x_2 > x_1$  且  $x_2 - x_1 < \lambda$  ( $\lambda$  为波长), 则波从  $x_1$  点传到  $x_2$  点所用时间为

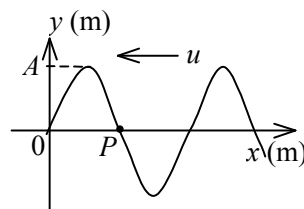
\_\_\_\_\_ (用波的周期  $T$  表示)。



6、如图所示为一平面简谐波在  $t=2$  s 时刻的波形图, 该简谐波的表达式是

\_\_\_\_\_ ;  $P$  处质点的振动方程是

\_\_\_\_\_ .  
(该波的振幅  $A$ 、波速  $u$  与波长  $\lambda$  为已知量)



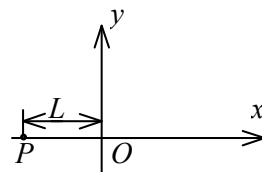
7、一平面余弦波沿  $Ox$  轴正方向传播, 波动表达式为  $y = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$ , 则

$x = -\lambda$  处质点的振动方程是\_\_\_\_\_ ; 若以  $x = \lambda$  处为新

的坐标轴原点, 且此坐标轴指向与波的传播方向相反, 则对此新的坐标轴, 该波的波动表

达式是\_\_\_\_\_。

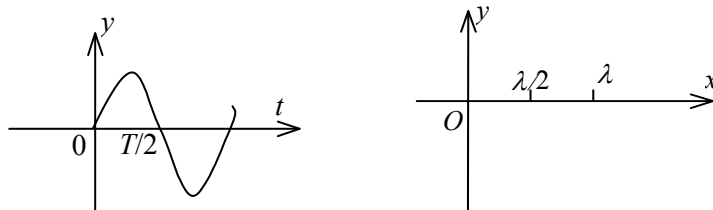
8、如图所示，一平面简谐波沿  $Ox$  轴负方向传播，波长为  $\lambda$ ，若  $P$  处质点的振动方程是  $y_P = A \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$ ，则该波的表达式是 \_\_\_\_\_； $P$  处质点



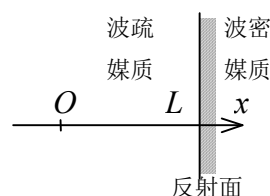
\_\_\_\_\_时刻的振动状态与  $O$  处质点  $t_1$

时刻的振动状态相同。

9、一简谐波沿  $x$  轴正方向传播。已知  $x = 0$  点的振动曲线如图，试在它下面的图中画出  $t = T$  时的波形曲线。



10、(1) 一列波长为  $\lambda$  的平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播。已知在  $x = \frac{1}{2}\lambda$  处振动的方程为  $y = A \cos \omega t$ ，则该平面简谐波的表达式为 \_\_\_\_\_。



(2) 如果在上述波的波线上  $x = L$  ( $L > \frac{1}{2}\lambda$ ) 处放一如图所示的反射面，且假设反射波的振幅为  $A'$ ，则反射波的表达式为

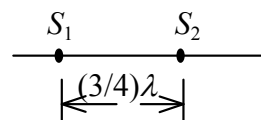
\_\_\_\_\_ ( $x \leq L$ )。

11、一平面简谐机械波在媒质中传播时，若一媒质质元在  $t$  时刻的总机械能是  $10 \text{ J}$ ，则在  $(t + T)$  ( $T$  为波的周期) 时刻该媒质质元的振动动能是 \_\_\_\_\_。

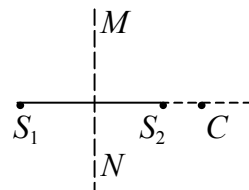
12、一列强度为  $I$  的平面简谐波通过一面积为  $S$  的平面，波速  $\vec{u}$  与该平面的法线  $\vec{n}_0$  的夹角为  $\theta$ ，则通过该平面的能流是 \_\_\_\_\_。

13、两列纵波传播方向成  $90^\circ$ ，在两波相遇区域内的某质点处，甲波引起的振动方程是  $y_1 = 0.3 \cos(3\pi t)$  (SI)，乙波引起的振动方程是  $y_2 = 0.4 \cos(3\pi t)$  (SI)，则  $t = 0$  时该点的振动位移大小是 \_\_\_\_\_。

14、如图所示，两相干波源  $S_1$  与  $S_2$  相距  $3\lambda/4$ ， $\lambda$  为波长。设两波在  $S_1 S_2$  连线上传播时，它们的振幅都是  $A$ ，并且不随距离变化。已知在该直线上在  $S_1$  左侧各点的合成波强度为其中一个波强度的 4 倍，则两波源应满足的相位条件是 \_\_\_\_\_。



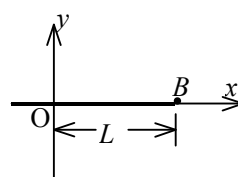
15、 $S_1, S_2$  为振动频率、振动方向均相同的两个点波源，振动方向垂直纸面，两者相距  $\frac{3}{2}\lambda$  ( $\lambda$  为波长) 如图。已知  $S_1$  的初相为  $\frac{1}{2}\pi$ 。



(1) 若使射线  $S_2C$  上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则  $S_2$  的初相应为\_\_\_\_\_。

(2) 若使  $S_1 S_2$  连线的中垂线  $MN$  上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则  $S_2$  的初位相应为\_\_\_\_\_。

16、设沿弦线传播的一入射波的表达式为  $y_1 = A \cos[\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}]$ ，在处 ( $B$  点) 发生反射，反射点为自由端 (如图)。设波在传播和反射过程中振幅不变，则弦上形成的驻

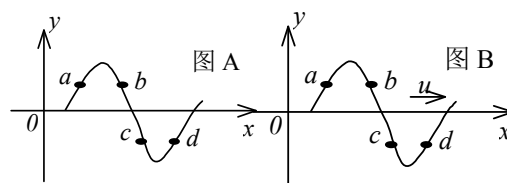


波的表达式是  $y =$ \_\_\_\_\_。

17、设入射波的表达式为  $y_1 = A \cos[2\pi(\nu t + x/\lambda) + \pi]$ ，波在  $x=0$  处发生反射，反射点为一固定端，则入射波和反射波合成的驻波的波腹位置所在处的坐标为

\_\_\_\_\_。

18、已知一驻波在  $t$  时刻各点振动到最大位移处，其波形如图(A)所示，一行波在  $t$  时刻的波形如图(B)所示。试分别在图(A)、图(B)上注明所示的  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  四点此时的运动速度的方向 (设为横波)。



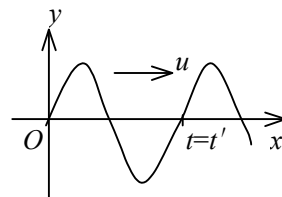
### 三、 计算题:

1、一波长为  $\lambda$  的简谐波沿  $Ox$  轴正方向传播，在  $x = \frac{1}{2}\lambda$  的  $P$  处质点的振动方程是

$$y_P = (\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega t - \frac{1}{2} \cos \omega t) \times 10^{-2} \text{ (SI)} \quad \text{求该简谐波的表达式。}$$

2、一平面简谐波沿  $x$  轴正向传播，其振幅为  $A$ ，频率为  $\nu$ ，波速为  $u$ 。设  $t = t'$  时刻的波形曲线如图所示。求

- (1)  $x=0$  处质点振动方程;
- (2) 该波的表达式。



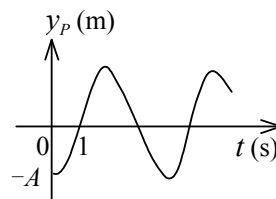
3、 某质点作简谐振动，周期为 2 s，振幅为 0.06 m， $t = 0$  时刻，质点恰好处在负向最大位移处，求

(1) 该质点的振动方程；

(2) 此振动以波速  $u = 2 \text{ m/s}$  沿  $x$  轴正方向传播时，形成的一维简谐波的波动表达式，（以该质点的平衡位置为坐标原点）；

(3) 该波的波长。

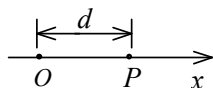
4、 一平面简谐波沿  $Ox$  轴的负方向传播，波长为  $\lambda$ ， $P$  处质点的振动规律如图所示。



(1) 求  $P$  处质点的振动方程；

(2) 求此波的波动表达式；

(4) 若图中  $d = \frac{1}{2} \lambda$ ，求坐标原点  $O$  处质点的振动方程。

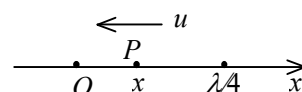


5、 已知波长为  $\lambda$  的平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播。 $x = \lambda/4$  处质点的振动方程为

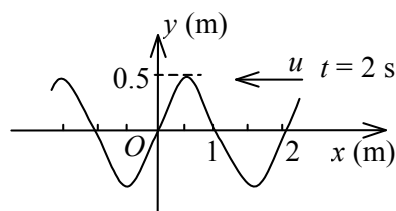
$$y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot ut \quad (\text{SI})$$

(1) 写出该平面简谐波的表达式..

(1) 画出  $t = T$  时刻的波形图.



6、 沿  $x$  轴负方向传播的平面简谐波在  $t = 2 \text{ s}$  时刻的波形曲线如图所示，设波速  $u = 0.5 \text{ m/s}$ 。求：原点  $O$  的振动方程。



7、 简谐纵波沿着线圈弹簧传播。设波沿着  $x$  轴正向传播，弹簧中某圈的最大位移为 3.0 cm，振动频率为 25 Hz，弹簧中相邻两疏部中心的距离为 24 cm。当  $t = 0$  时，在  $x = 0$  处质元的位移为零并向  $x$  轴正向运动。试写出该波的表达式。

8、 已知一平面简谐波的表达式为  $y = A \cos \pi(4t + 2x)$  (SI)。

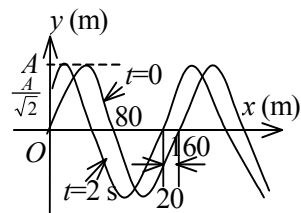
(1) 求该波的波长  $\lambda$ ，频率  $\nu$  和波速  $u$  的值；

(2) 写出  $t = 4.2 \text{ s}$  时刻各波峰位置的坐标表达式，并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置；

(3) 求  $t = 4.2 \text{ s}$  时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻  $t$ 。

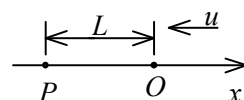
9、图示一平面余弦波在  $t=0$  时刻与  $t=2\text{ s}$  时刻的波形图。已知波速为  $u$ ，求

- (1) 坐标原点处介质质点的振动方程；
- (2) 该波的波动表达式。



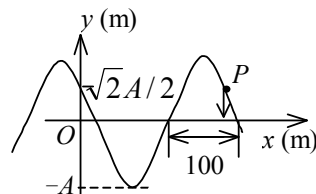
10、如图所示，一平面简谐波沿  $Ox$  轴的负方向传播，波速大小为  $u$ ，若  $P$  处介质质点的振动方程为  $y_P = A \cos(\omega t + \phi)$ ，求

- (1)  $O$  处质点的振动方程；
- (2) 该波的波动表达式；
- (3) 与  $P$  处质点振动状态相同的那些点的位置。

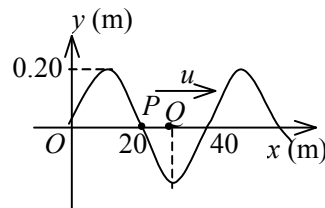


11、如图所示为一平面简谐波在  $t=0$  时刻的波形图，设此简谐波的频率为  $250\text{ Hz}$ ，且此时质点  $P$  的运动方向向下，求

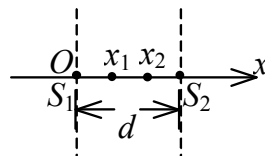
- (1) 该波的表达式；
- (2) 在距原点  $O$  为  $100\text{ m}$  处质点的振动方程与振动速度表达式。



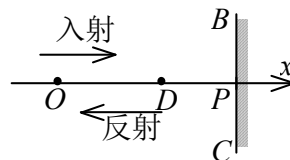
12、如图为一平面简谐波在  $t=0$  时刻的波形图，已知波速  $u=20\text{ m/s}$ 。试画出  $P$  处质点与  $Q$  处质点的振动曲线，然后写出相应的振动方程。



13、如图所示，两相干波源在  $x$  轴上的位置为  $S_1$  和  $S_2$ ，其间距为  $d=30\text{ m}$ ， $S_1$  位于坐标原点  $O$ 。设波只沿  $x$  轴正负方向传播，单独传播时强度保持不变。 $x_1=9\text{ m}$  和  $x_2=12\text{ m}$  处的两点是相邻的两个因干涉而静止的点。求两波的波长和两波源间最小相位差。



14、如图所示，一平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播， $BC$  为波密媒质的反射面。波由  $P$  点反射， $\overline{OP} = 3\lambda/4$ ， $\overline{DP} = \lambda/6$ 。在  $t=0$  时， $O$  处质点的合振动是经过平衡位置向负方向运动。求  $D$  点处入射波与反射波的合振动方程。（设入射波和反射波的振幅皆为  $A$ ，频率为  $\nu$ ）



## 第七章 热力学

### 一、 选择题

1、在下列各种说法

- (1) 平衡过程就是无摩擦力作用的过程.
- (2) 平衡过程一定是可逆过程.
- (3) 平衡过程是无限多个连续变化的平衡态的连接.
- (4) 平衡过程在  $p-V$  图上可用一连续曲线表示.

中, 哪些是正确的?

- (A) (1)、(2).                      (B) (3)、(4).
- (C) (2)、(3)、(4).              (D) (1)、(2)、(3)、(4).              [       ]

2、热力学第一定律表明:

- (A) 系统对外作的功不可能大于系统从外界吸收的热量.
- (B) 系统内能的增量等于系统从外界吸收的热量.
- (C) 不可能存在这样的循环过程, 在此循环过程中, 外界对系统作的功不等于系统传给外界的热量.
- (D) 热机的效率可能等于 1.    [       ]

3、一物质系统从外界吸收一定的热量, 则

- (A) 系统的温度一定升高.
- (B) 系统的温度一定降低.
- (C) 系统的温度一定保持不变.
- (D) 系统的温度可能升高, 也可能降低或保持不变.    [       ]

4、理想气体向真空作绝热膨胀.

- (A) 膨胀后, 温度不变, 压强减小.
- (B) 膨胀后, 温度降低, 压强减小.
- (C) 膨胀后, 温度升高, 压强减小.
- (D) 膨胀后, 温度不变, 压强不变.    [       ]

5、对于理想气体系统来说, 在下列过程中, 哪个过程系统所吸收的热量、内能的增量和对外作的功三者均为负值?

- (A) 等体降压过程.              (B) 等温膨胀过程.
- (C) 绝热膨胀过程.              (D) 等压压缩过程.    [       ]

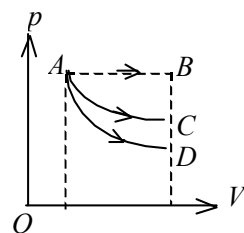
6、如图所示，一定量理想气体从体积  $V_1$ ，膨胀到体积  $V_2$  分别经历的过程是： $A \rightarrow B$  等压过程， $A \rightarrow C$  等温过程； $A \rightarrow D$  绝热过程，其中吸热量最多的过程

(A) 是  $A \rightarrow B$ .

(B) 是  $A \rightarrow C$ .

(C) 是  $A \rightarrow D$ .

(D) 既是  $A \rightarrow B$  也是  $A \rightarrow C$ ，两过程吸热一样多。 [      ]



7、一定量的理想气体，分别经历如图(1) 所示的  $abc$  过程，(图中虚线  $ac$  为等温线)，和图(2) 所示的  $def$  过程(图中虚线  $df$  为绝热线)，判断这两种过程是吸热还是放热.

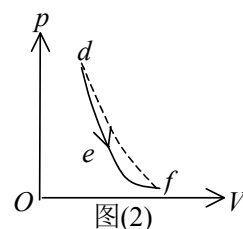
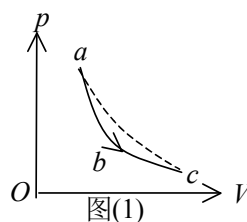
(A)  $abc$  过程吸热， $def$  过程放热.

(B)  $abc$  过程放热， $def$  过程吸热.

(C)  $abc$  过程和  $def$  过程都吸热.

(D)  $abc$  过程和  $def$  过程都放热.

[      ]



8、1 mol 理想气体从  $p-V$  图上初态  $a$  分别经历如图所示的(1) 或(2)过程到达末态  $b$ 。已知  $T_a < T_b$ ，则这两过程中气体吸收的热量  $Q_1$  和  $Q_2$  的关系是

(A)  $Q_1 > Q_2 > 0$ .

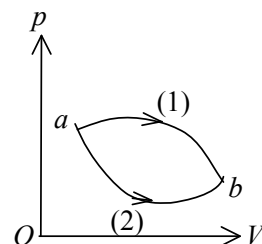
(B)  $Q_2 > Q_1 > 0$ .

(C)  $Q_2 < Q_1 < 0$ .

(D)  $Q_1 < Q_2 < 0$ .

(E)  $Q_1 = Q_2 > 0$ .

[      ]



9、如图所示，一定量的理想气体，沿着图中直线从状态  $a$  ( 压强  $p_1 = 4 \text{ atm}$ ，体积  $V_1 = 2 \text{ L}$  )变到状态  $b$  ( 压强  $p_2 = 2 \text{ atm}$ ，体积  $V_2 = 4 \text{ L}$  )。则在此过程中：

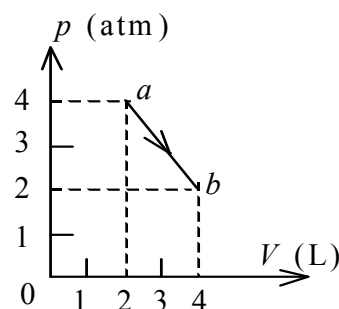
(A) 气体对外作正功，向外界放出热量.

(B) 气体对外作正功，从外界吸热.

(C) 气体对外作负功，向外界放出热量.

(D) 气体对外作正功，内能减少.

[      ]



10、一定量的理想气体，其状态在  $V-T$  图上沿着一条直线从平衡态  $a$  改变到平衡态  $b$ (如图).

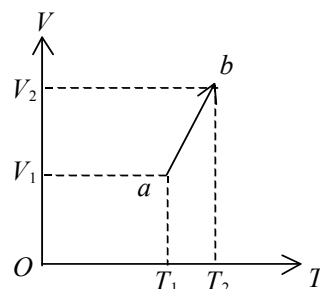
(A) 这是一个等压过程.

(B) 这是一个升压过程.

(C) 这是一个降压过程.

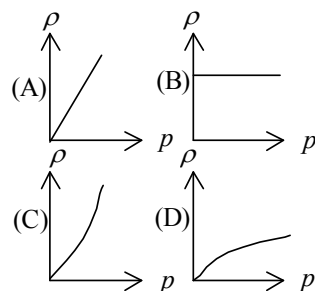
(D) 数据不足，不能判断这是哪种过程

[      ]





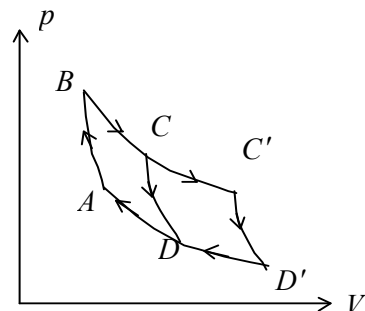
11、在所给出的四个图象中，哪个图象能够描述一定质量的理想气体，在可逆绝热过程中，密度随压强的变化？



[      ]

12、如图表示的两个卡诺循环，第一个沿  $ABCD A$  进行，第二个沿  $ABC'D'A$  进行，这两个循环的效率  $\eta_1$  和  $\eta_2$  的关系及这两个循环所作的净功  $W_1$  和  $W_2$  的关系是

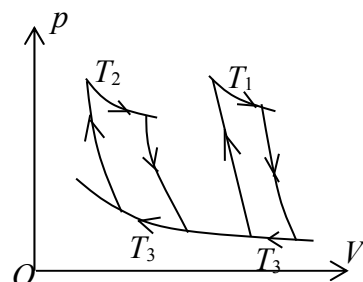
- (A)  $\eta_1 = \eta_2, W_1 = W_2$
- (B)  $\eta_1 > \eta_2, W_1 = W_2$
- (C)  $\eta_1 = \eta_2, W_1 > W_2$
- (D)  $\eta_1 = \eta_2, W_1 < W_2$



[      ]

13、两个卡诺热机的循环曲线如图所示，一个工作在温度为  $T_1$  与  $T_3$  的两个热源之间，另一个工作在温度为  $T_2$  与  $T_3$  的两个热源之间，已知这两个循环曲线所包围的面积相等，由此可知：

- (A) 两个热机的效率一定相等。
- (B) 两个热机从高温热源所吸收的热量一定相等。
- (C) 两个热机向低温热源所放出的热量一定相等。
- (D) 两个热机吸收的热量与放出的热量（绝对值）的差值一定相等。



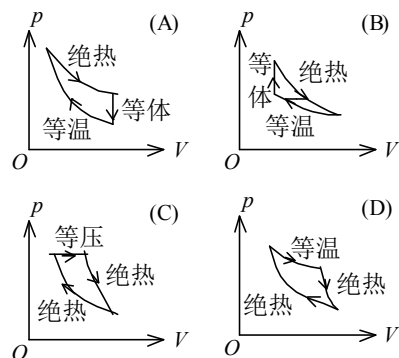
[      ]

14、一定量的理想气体，起始温度为  $T$ ，体积为  $V_0$ 。后经历绝热过程，体积变为  $2V_0$ 。再经过等压过程，温度回升到起始温度。最后再经过等温过程，回到起始状态。则在此循环过程中

- (A) 气体从外界净吸的热量为负值。
- (B) 气体对外界净作的功为正值。
- (C) 气体从外界净吸的热量为正值。
- (D) 气体内能减少。

[      ]

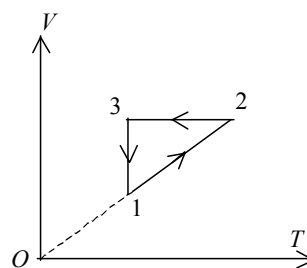
15、所列四图分别表示理想气体的四个设想的循环过程。请选出其中一个在物理上可能实现的循环过程的图的标号。



[      ]

16、一定质量的理想气体完成一循环过程。此过程在  $V-T$  图中用图线  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  描写。该气体在循环过程中吸热、放热的情况是

- (A) 在  $1 \rightarrow 2$ ,  $3 \rightarrow 1$  过程吸热；在  $2 \rightarrow 3$  过程放热。
- (B) 在  $2 \rightarrow 3$  过程吸热；在  $1 \rightarrow 2$ ,  $3 \rightarrow 1$  过程放热。
- (C) 在  $1 \rightarrow 2$  过程吸热；在  $2 \rightarrow 3$ ,  $3 \rightarrow 1$  过程放热。
- (D) 在  $2 \rightarrow 3$ ,  $3 \rightarrow 1$  过程吸热；在  $1 \rightarrow 2$  过程放热。



[      ]

17、有人设计一台卡诺热机(可逆的)。每循环一次可从  $400\text{ K}$  的高温热源吸热  $1800\text{ J}$ ，向  $300\text{ K}$  的低温热源放热  $800\text{ J}$ 。同时对外做功  $1000\text{ J}$ ，这样的设计是

- (A) 可以的，符合热力学第一定律。
- (B) 可以的，符合热力学第二定律。
- (C) 不行的，卡诺循环所作的功不能大于向低温热源放出的热量。
- (D) 不行的，这个热机的效率超过理论值。

[      ]

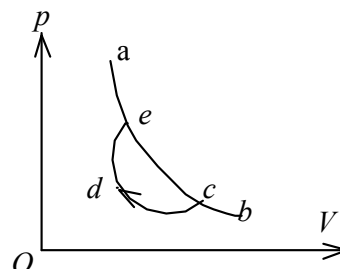
18、根据热力学第二定律可知：

- (A) 功可以全部转换为热，但热不能全部转换为功。
- (B) 热可以从高温物体传到低温物体，但不能从低温物体传到高温物体
- (C) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程。
- (D) 一切自发过程都是不可逆的。

[      ]

19、如图所示，设某热力学系统经历一个由  $c \rightarrow d \rightarrow e$  的过程，其中， $ab$  是一条绝热曲线， $a$ 、 $c$  在该曲线上。由热力学定律可知，该系统在过程中

- (A) 不断向外界放出热量。
- (B) 不断从外界吸收热量。
- (C) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量等于放出的热量。



(D) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量大于放出的热量。

- (E) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量小于放出的热量。

[      ]

20、设有以下一些过程：

- (1) 两种不同气体在等温下互相混合.
- (2) 理想气体在定体下降温.
- (3) 液体在等温下汽化.
- (4) 理想气体在等温下压缩.
- (5) 理想气体绝热自由膨胀.

在这些过程中，使系统的熵增加的过程是：

- (A) (1)、(2)、(3).      (B) (2)、(3)、(4).  
 (C) (3)、(4)、(5).      (D) (1)、(3)、(5).

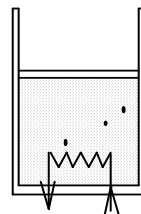
[      ]

## 二、 填空题

1、在  $p-V$  图上

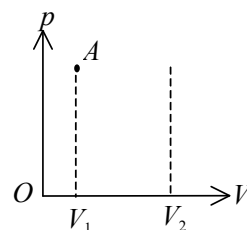
- (1) 系统的某一平衡态用\_\_\_\_\_来表示；
- (2) 系统的某一平衡过程用\_\_\_\_\_来表示；
- (3) 系统的某一平衡循环过程用\_\_\_\_\_来表示；

2、在大气中有一绝热气缸，其中装有一定量的理想气体，然后用电炉徐徐供热(如图所示)，使活塞(无摩擦地)缓慢上升. 在此过程中，以下物理量将如何变化？(选用“变大”、“变小”、“不变”填空)



- (1) 气体压强\_\_\_\_\_；
- (2) 气体内能\_\_\_\_\_.

3、一定量的理想气体，从  $p-V$  图上状态  $A$  出发，分别经历等压、等温、绝热三种过程由体积  $V_1$  膨胀到体积  $V_2$ ，试画出这三种过程的  $p-V$  图曲线. 在上述三种过程中：



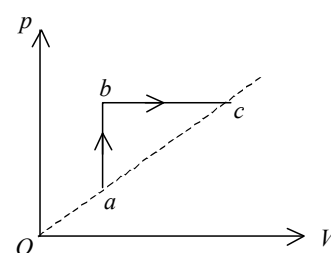
- (1) 气体对外作功最大的是\_\_\_\_\_过程；
- (2) 气体吸热最多的是\_\_\_\_\_过程.

4、某理想气体等温压缩到给定体积时外界对气体作功  $|W_1|$ ，又经绝热膨胀返回原来体积时气体对外作功  $|W_2|$ ，则整个过程中气体

- (1) 从外界吸收的热量  $Q =$  \_\_\_\_\_
- (2) 内能增加了  $\Delta E =$  \_\_\_\_\_

5、如图所示，一定量的理想气体经历  $a \rightarrow b \rightarrow c$  过程，在此过程中气体从外界吸收热量  $Q$ ，系统内能变化  $\Delta E$ ，请在以下空格内填上  $>0$  或  $<0$  或  $=0$ ：

$Q$  \_\_\_\_\_，  $\Delta E$  \_\_\_\_\_。

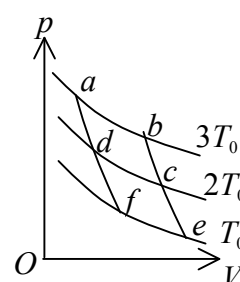


6、同一种理想气体的定压摩尔热容  $C_p$  大于定体摩尔热容  $C_V$ ，其原因是 \_\_\_\_\_

7、一定量理想气体，从同一状态开始使其体积由  $V_1$  膨胀到  $2V_1$ ，分别经历以下三种过程：(1) 等压过程；(2) 等温过程；(3) 绝热过程。其中： \_\_\_\_\_ 过程气体对外做功最多； \_\_\_\_\_ 过程气体内能增加最多； \_\_\_\_\_ 过程气体吸收的热量最多。

8、如图，温度为  $T_0$ ， $2T_0$ ， $3T_0$  三条等温线与两条绝热线围成三个卡诺循环：(1)  $abcd$ ，(2)  $dcefd$ ，(3)  $abefa$ ，其效率分别为

$\eta_1$  \_\_\_\_\_，  $\eta_2$  \_\_\_\_\_，  $\eta_3$  \_\_\_\_\_。

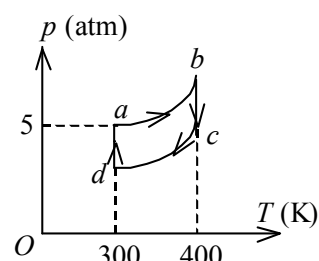


9、有一卡诺热机，用 290 g 空气为工作物质，工作在  $27^\circ\text{C}$  的高温热源与  $-73^\circ\text{C}$  的低温热源之间，此热机的效率  $\eta =$  \_\_\_\_\_。若在等温膨胀的过程中气缸体积增大到 2.718 倍，则此热机每一循环所作的功为 \_\_\_\_\_。

(空气的摩尔质量为  $29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ，普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

10、一定量的理想气体，在  $p-T$  图上经历一个如图所示的循环过程 ( $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ )，其中  $a \rightarrow b$ ， $c \rightarrow d$  两个过程是绝热过程，

则该循环的效率  $\eta =$  \_\_\_\_\_。



11、由绝热材料包围的容器被隔板隔为两半，左边是理想气体，右边真空。如果把隔板撤去，气体将进行自由膨胀过程，达到平衡后气体的温度 \_\_\_\_\_ (升高、降低或不变)，气体的熵 \_\_\_\_\_ (增加、减小或不变)。

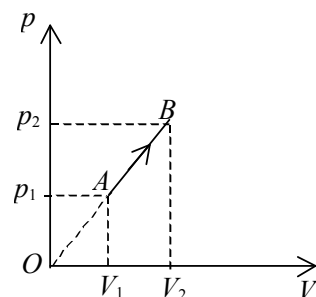
12、熵是\_\_\_\_\_的定量量度。若一定量的理想气体经历一个等温膨胀过程，它的熵将\_\_\_\_\_。(填入:增加, 减少, 不变.)

### 三、 计算题

1、 1 mol 双原子分子理想气体从状态  $A(p_1, V_1)$  沿  $p-V$  图所示直线变化到状态  $B(p_2, V_2)$ , 试求:

- (1) 气体的内能增量.
- (2) 气体对外界所作的功.
- (3) 气体吸收的热量.
- (4) 此过程的摩尔热容.

(摩尔热容  $C = \Delta Q / \Delta T$ , 其中  $\Delta Q$  表示 1 mol 物质在过程中升高温度  $\Delta T$  时所吸收的热量.)



2、一定量的某种理想气体, 开始时处于压强、体积、温度分别为  $p_0=1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$ ,  $V_0=8.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $T_0=300 \text{ K}$  的初态, 后经过一等体过程, 温度升高到  $T_1=450 \text{ K}$ , 再经过一等温过程, 压强降到  $p=p_0$  的末态. 已知该理想气体的等压摩尔热容与等体摩尔热容之比  $C_p / C_V=5/3$ . 求:

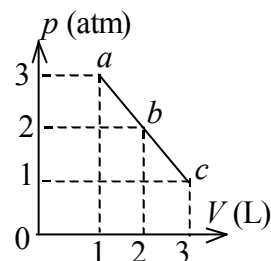
- (1) 该理想气体的等压摩尔热容  $C_p$  和等体摩尔热容  $C_V$ .
  - (2) 气体从始态变到末态的全过程中从外界吸收的热量.
- (普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

3、3 mol 温度为  $T_0=273 \text{ K}$  的理想气体, 先经等温过程体积膨胀到原来的 5 倍, 然后等体加热, 使其末态的压强刚好等于初始压强, 整个过程传给气体的热量为  $Q=8 \times 10^4 \text{ J}$ . 试画出此过程的  $p-V$  图, 并求这种气体的比热容比  $\gamma=C_p / C_V$  值.

(普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

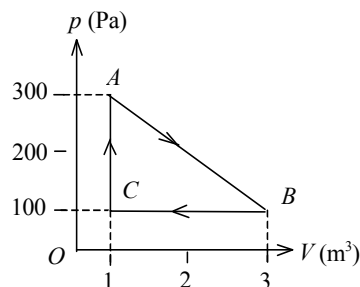
4、一定量的理想气体, 由状态  $a$  经  $b$  到达  $c$ . (如图,  $abc$  为一直线) 求此过程中

- (1) 气体对外作的功;
- (2) 气体内能的增量;
- (3) 气体吸收的热量. ( $1 \text{ atm}=1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )



5、一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程。已知气体在状态  $A$  的温度为  $T_A=300\text{ K}$ ，求

- (1) 气体在状态  $B$ 、 $C$  的温度；
- (2) 各过程中气体对外所作的功；
- (3) 经过整个循环过程，气体从外界吸收的总热量(各过程吸热的代数和)。

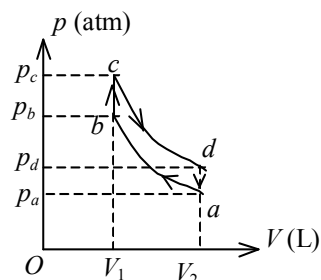


6、1 mol 氦气作如图所示的可逆循环过程，其中  $ab$  和  $cd$  是绝热过程， $bc$  和  $da$  为等体过程，已知  $V_1=16.4\text{ L}$ ， $V_2=32.8\text{ L}$ ， $p_a=1\text{ atm}$ ， $p_b=3.18\text{ atm}$ ， $p_c=4\text{ atm}$ ， $p_d=1.26\text{ atm}$ ，试求：

- (1) 在各态氦气的温度。
- (2) 在态氦气的内能。
- (3) 在一循环过程中氦气所作的净功。

$$(1\text{ atm} = 1.013 \times 10^5\text{ Pa})$$

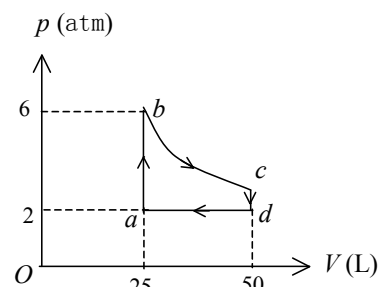
(普适气体常量  $R = 8.31\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )



7、气缸内贮有 36 g 水蒸汽(视为刚性分子理想气体)，经  $abcda$  循环过程如图所示。其中  $a-b$ 、 $c-d$  为等体过程， $b-c$  为等温过程， $d-a$  为等压过程。试求：

- (1)  $d-a$  过程中水蒸气作的功  $W_{da}$
- (2)  $a-b$  过程中水蒸气内能的增量  $\Delta E_{ab}$
- (3) 循环过程水蒸气作的净功  $W$
- (4) 循环效率  $\eta$

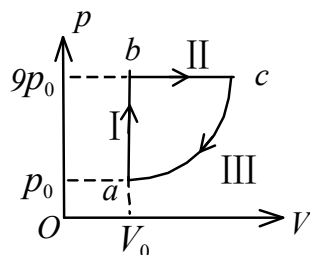
(注：循环效率  $\eta = W/Q_1$ ， $W$  为循环过程水蒸气对外作的净功， $Q_1$  为循环过程水蒸气吸收的热量， $1\text{ atm} = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ )



8、1 mol 单原子分子的理想气体，经历如图所示的可逆循环，联结  $ac$  两点的曲线Ⅲ的方程为  $p = p_0 V^2 / V_0^2$ ， $a$  点的温度为  $T_0$

(1) 试以  $T_0$ ，普适气体常量  $R$  表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量。

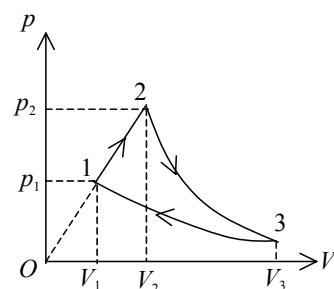
(2) 求此循环的效率。



9、1mol 双原子分子理想气体作如图的可逆循环过程，其中 1-2 为直线，2-3 为绝热线，3-1 为等温线。已知  $T_2=2T_1$ ， $V_3=8V_1$  试求：

- (1) 各过程的功，内能增量和传递的热量；(用  $T_1$  和已知常量表示)
- (2) 此循环的效率  $\eta$ 。

(注：循环效率  $\eta = W/Q_1$ ， $W$  为整个循环过程中气体对外所作净功， $Q_1$  为循环过程中气体吸收的热量)



10、1 mol 理想气体在  $T_1 = 400 \text{ K}$  的高温热源与  $T_2 = 300 \text{ K}$  的低温热源间作卡诺循环（可逆的），在  $400 \text{ K}$  的等温线上起始体积为  $V_1 = 0.001 \text{ m}^3$ ，终止体积为  $V_2 = 0.005 \text{ m}^3$ ，试求此气体在每一循环中

- (1) 从高温热源吸收的热量  $Q_1$
- (2) 气体所作的净功  $W$
- (3) 气体传给低温热源的热量  $Q_2$

## 第八章 气体动理论

### 一、 选择题

- 1、一定量的理想气体贮于某一容器中，温度为  $T$ ，气体分子的质量为  $m$ 。根据理想气体分子模型和统计假设，分子速度在  $x$  方向的分量的平均值

(A)  $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$  .      (B)  $\overline{v_x} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$  .  
(C)  $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{3\pi m}}$  .      (D)  $\overline{v_x} = 0$  .      [      ]

- 2、若理想气体的体积为  $V$ ，压强为  $p$ ，温度为  $T$ ，一个分子的质量为  $m$ ， $k$  为玻尔兹曼常量， $R$  为普适气体常量，则该理想气体的分子数为：

(A)  $pV/m$  .      (B)  $pV/(kT)$ .  
(C)  $pV/(RT)$ .      (D)  $pV/(mT)$ .      [      ]

- 3、一个容器内贮有 1 摩尔氢气和 1 摩尔氦气，若两种气体各自对器壁产生的压强分别为  $p_1$  和  $p_2$ ，则两者的大小关系是：

(A)  $p_1 > p_2$ .      (B)  $p_1 < p_2$ .  
(C)  $p_1 = p_2$ .      (D) 不确定的.      [      ]

- 4、已知氢气与氧气的温度相同，请判断下列说法哪个正确？

(A) 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的压强一定大于氢气的压强。  
(B) 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的密度一定大于氢气的密度。  
(C) 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的速率一定比氧分子的速率大。  
(D) 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的方均根速率一定比氧分子的方均根速率大。      [      ]

- 5、一瓶氢气和一瓶氮气密度相同，分子平均平动动能相同，而且它们都处于平衡状态，则它们

(A) 温度相同、压强相同。  
(B) 温度、压强都不相同。  
(C) 温度相同，但氢气的压强大于氮气的压强。  
(D) 温度相同，但氢气的压强小于氮气的压强。      [      ]

- 6、两容器内分别盛有氢气和氦气，若它们的温度和质量分别相等，则：

(A) 两种气体分子的平均平动动能相等。  
(B) 两种气体分子的平均动能相等。  
(C) 两种气体分子的平均速率相等。  
(D) 两种气体的内能相等。      [      ]

- 7、关于温度的意义，有下列几种说法：

(1) 气体的温度是分子平均平动动能的量度。  
(2) 气体的温度是大量气体分子热运动的集体表现，具有统计意义。  
(3) 温度的高低反映物质内部分子运动剧烈程度的不同。



(4) 从微观上看, 气体的温度表示每个气体分子的冷热程度.  
这些说法中正确的是

- (A) (1)、(2)、(4).
- (B) (1)、(2)、(3).
- (C) (2)、(3)、(4).
- (D) (1)、(3)、(4).

[       ]

8、在一容积不变的封闭容器内理想气体分子的平均速率若提高为原来的 2 倍, 则

- (A) 温度和压强都提高为原来的 2 倍.
- (B) 温度为原来的 2 倍, 压强为原来的 4 倍.
- (C) 温度为原来的 4 倍, 压强为原来的 2 倍.
- (D) 温度和压强都为原来的 4 倍.

[       ]

9、在标准状态下, 若氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)和氮气的体积比  $V_1 / V_2 = 1 / 2$ , 则其内能之比  $E_1 / E_2$  为:

- (A) 3 / 10.
- (B) 1 / 2.
- (C) 5 / 6.
- (D) 5 / 3.

[       ]

10、氦气、氮气、水蒸汽(均视为刚性分子理想气体), 它们的摩尔数相同, 初始状态相同, 若使它们在体积不变情况下吸收相等的热量, 则

- (A) 它们的温度升高相同, 压强增加相同.
- (B) 它们的温度升高相同, 压强增加不相同.
- (C) 它们的温度升高不相同, 压强增加不相同.
- (D) 它们的温度升高不相同, 压强增加相同.

[       ]

11、有两个相同的容器, 容积固定不变, 一个盛有氦气, 另一个盛有氢气 (看成刚性分子的理想气体), 它们的压强和温度都相等, 现将 5J 的热量传给氢气, 使氢气温度升高, 如果使氦气也升高同样的温度, 则应向氦气传递热量是:

- (A) 6 J.
- (B) 5 J.
- (C) 3 J.
- (D) 2 J.

[       ]

12、1mol 的单原子分子理想气体从状态 A 变为状态 B, 如果不知是什么气体, 变化过程也不知道, 但 A、B 两态的压强、体积和温度都知道, 则可求出:

- (A) 气体所作的功
- (B) 气体内能的变化
- (C) 气体传给外界的热量
- (D) 气体的质量

[       ]

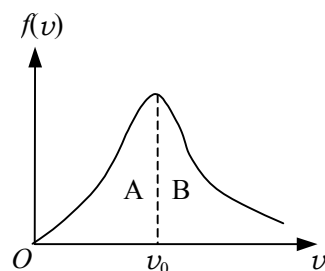
13、速率分布函数  $f(v)$  的物理意义为:

- (A) 具有速率  $v$  的分子占总分子数的百分比.
- (B) 速率分布在  $v$  附近的单位速率间隔中的分子数占总分子数的百分比.
- (C) 具有速率  $v$  的分子数.
- (D) 速率分布在  $v$  附近的单位速率间隔中的分子数.

[       ]

14、麦克斯韦速率分布曲线如图所示，图中 A、B 两部分面积相等，则该图表示

- (A)  $v_0$  为最概然速率.  
 (B)  $v_0$  为平均速率.  
 (C)  $v_0$  为方均根速率.  
 (D) 速率大于和小于  $v_0$  的分子数各占一半.



15、一定量的理想气体，在体积不变的条件下，当温度升高时，  
 分子的平均碰撞频率  $\bar{Z}$  和平均自由程  $\bar{\lambda}$  的变化情况是：

- (A)  $\bar{Z}$  增大， $\bar{\lambda}$  不变. (B)  $\bar{Z}$  不变， $\bar{\lambda}$  增大.  
 (C)  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都增大. (D)  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都不变.

16、一定量的某种理想气体若体积保持不变，则其平均自由程  $\bar{\lambda}$  和平均碰撞频率  $\bar{Z}$  与温度的关系是：

- (A) 温度升高， $\bar{\lambda}$  减少而  $\bar{Z}$  增大.  
 (B) 温度升高， $\bar{\lambda}$  增大而  $\bar{Z}$  减少.  
 (C) 温度升高， $\bar{\lambda}$  和  $\bar{Z}$  均增大.  
 (D) 温度升高， $\bar{\lambda}$  保持不变而  $\bar{Z}$  增大.

## 二、 填空题

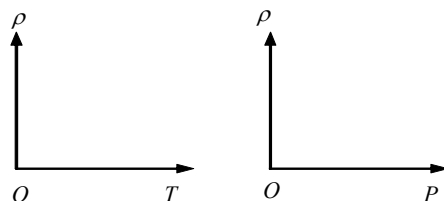
1、质量一定的某种理想气体，

- (1) 对等压过程来说，气体的密度随温度

的增加而\_\_\_\_\_，并绘出曲线.

- (2) 对等温过程来说，气体的密度随压强

的增加而\_\_\_\_\_，并绘出曲线.



2、理想气体微观模型(分子模型)的主要内容是:

- (1)\_\_\_\_\_;  
 (2)\_\_\_\_\_;  
 (3)\_\_\_\_\_.

3、某容器内分子数密度为  $10^{26} \text{ m}^{-3}$ ，每个分子的质量为  $3 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，设其中  $1/6$  分子数以速率  $v = 200 \text{ m/s}$  垂直地向容器的一壁运动，而其余  $5/6$  分子或者离开此壁、或者平行此壁方向运动，且分子与容器壁的碰撞为完全弹性的。则

- (1) 每个分子作用于器壁的冲量  $\Delta P =$ \_\_\_\_\_;

(2) 每秒碰在器壁单位面积上的分子数  $n_0 =$  \_\_\_\_\_;

(3) 作用在器壁上的压强  $p =$  \_\_\_\_\_.

4、 $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个容器中皆装有理想气体，它们的分子数密度之比为  $n_A : n_B : n_C = 4 : 2 : 1$ ，而分子的平均平动动能之比为  $\overline{w_A} : \overline{w_B} : \overline{w_C} = 1 : 2 : 4$ ，则它们的压强之比

$p_A : p_B : p_C =$  \_\_\_\_\_

5、对于单原子分子理想气体，下面各式分别代表什么物理意义？

(1)  $\frac{3}{2}RT$ : \_\_\_\_\_,

(2)  $\frac{3}{2}R$ : \_\_\_\_\_,

(3)  $\frac{5}{2}R$ : \_\_\_\_\_.

(式中  $R$  为普适气体常量， $T$  为气体的温度)

6、对于处在平衡态下温度为  $T$  的理想气体， $\frac{3}{2}kT$  的物理意义是 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. ( $k$  为玻尔兹曼常量)

7、根据能量按自由度均分原理，设气体分子为刚性分子，分子自由度数  $i$ ，则当温度为  $T$  时，

一个分子的平均动能为 \_\_\_\_\_.

一摩尔氧气分子的转动动能总和为 \_\_\_\_\_.

8、一能量为  $10^{12}$  eV 的宇宙射线粒子，射入一氖管中，氖管内充有 0.1 mol 的氖气，若宇宙射

线粒子的能量全部被氖气分子所吸收，则氖气温度升高了 \_\_\_\_\_ K.

(1 eV =  $1.60 \times 10^{-19}$  J, 普适气体常量  $R = 8.31$  J/(mol · K))

9、用绝热材料制成的一个容器，体积为  $2V_0$ ，被绝热板隔成  $A$ 、 $B$  两部分， $A$  内储有 1 mol 单原子分子理想气体， $B$  内储有 2 mol 刚性双原子分子理想气体， $A$ 、 $B$  两部分压强相等均为  $p_0$ ，两部分体积均为  $V_0$ ，则

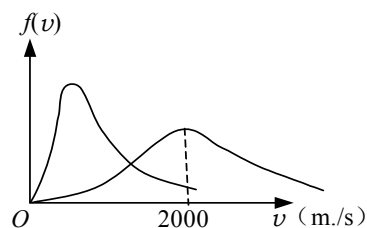
(1) 两种气体各自的内能分别为  $E_A =$  \_\_\_\_\_;  $E_B =$  \_\_\_\_\_;

(2) 抽去绝热板，两种气体混合后处于平衡时的温度为  $T =$  \_\_\_\_\_.

10、图示的两条  $f(v) \sim v$  曲线分别表示氢气和氧气在同一温度下的麦克斯韦速率分布曲线。由此可得

氢气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_；

氧气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_。



11、一定量的理想气体，经等压过程从体积  $V_0$  膨胀到  $2V_0$ ，则描述分子运动的下列各量与原来的量值之比是

(1) 平均自由程  $\frac{\bar{\lambda}}{\lambda_0} =$  \_\_\_\_\_。

(2) 平均速率  $\frac{\bar{v}}{v_0} =$  \_\_\_\_\_。

(3) 平均动能  $\frac{\bar{\epsilon}_K}{\epsilon_{K0}} =$  \_\_\_\_\_。

### 三、 计算题

1、容积  $V=1 \text{ m}^3$  的容器内混有  $N_1=1.0 \times 10^{25}$  个氢气分子和  $N_2=4.0 \times 10^{25}$  个氧气分子，混合气体的温度为  $400 \text{ K}$ ，求：

(1) 气体分子的平均动能总和。

(2) 混合气体的压强。(普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

2、一瓶氢气和一瓶氧气温度相同。若氢气分子的平均平动动能为  $\bar{w}=6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ 。试求：

(1) 氧气分子的平均平动动能和方均根速率。

(2) 氧气的温度。

(阿伏伽德罗常量  $N_A=6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，玻尔兹曼常量  $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ )

3、将  $1 \text{ kg}$  氦气和  $M \text{ kg}$  氢气混合，平衡后混合气体的内能是  $2.45 \times 10^6 \text{ J}$ ，氦分子平均动能是  $6 \times 10^{-21} \text{ J}$ ，求氢气质量  $M$ 。

(玻尔兹曼常量  $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ，普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

4、许多星球的温度达到  $10^8 \text{ K}$ 。在这温度下原子已经不存在了，而氢核(质子)是存在的。若把氢核视为理想气体，求：

(1) 氢核的方均根速率是多少？

(2) 氢核的平均平动动能是多少电子伏特？

(普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ， $1 \text{ eV}=1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ，

玻尔兹曼常量  $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ )

## 第九章 真空中的静电场

### 一、选择题:

1、一均匀带电球面，电荷面密度为 $\sigma$ ，球面内电场强度处处为零，球面上面元 $dS$ 带有 $\sigma dS$ 的电荷，该电荷在球面内各点产生的电场强度

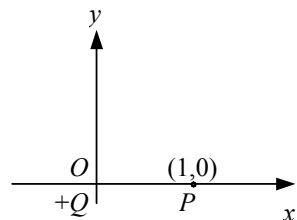
- (A) 处处为零. (B) 不一定都为零.  
(C) 处处不为零. (D) 无法判定.

[ ]

2、在坐标原点放一正电荷 $Q$ ，它在 $P$ 点( $x=+1, y=0$ )产生的电场强度为 $\vec{E}$ 。现在，另外有一个负电荷 $-2Q$ ，试问应将它放在什么位置才能使 $P$ 点的电场强度等于零？

- (A)  $x$ 轴上 $x>1$ . (B)  $x$ 轴上 $0<x<1$ .  
(C)  $x$ 轴上 $x<0$ . (D)  $y$ 轴上 $y>0$ .  
(E)  $y$ 轴上 $y<0$ .

[ ]

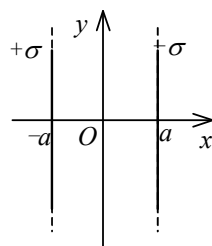
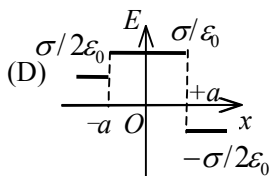
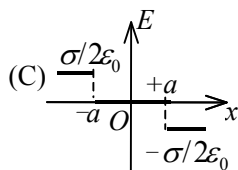
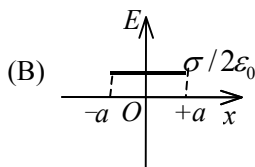
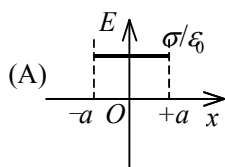


3、关于电场强度定义式 $\vec{E} = \vec{F} / q_0$ ，下列说法中哪个是正确的？

- (A) 场强 $\vec{E}$ 的大小与试探电荷 $q_0$ 的大小成反比.  
(B) 对场中某点，试探电荷受力 $\vec{F}$ 与 $q_0$ 的比值不因 $q_0$ 而变.  
(C) 试探电荷受力 $\vec{F}$ 的方向就是场强 $\vec{E}$ 的方向.  
(D) 若场中某点不放试探电荷 $q_0$ ，则 $\vec{F} = 0$ ，从而 $\vec{E} = 0$ .

[ ]

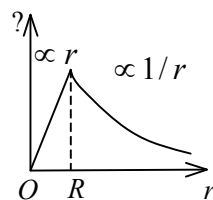
4、电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板，如图放置，则其周围空间各点电场强度随位置坐标 $x$ 变化的关系曲线为：(设场强方向向右为正、向左为负)



[ ]

5、图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 $r$ 变化的关系，请指出该曲线可描述下列哪方面内容( $E$ 为电场强度的大小， $U$ 为电势)：

- (A) 半径为 $R$ 的无限长均匀带电圆柱体电场的 $E \sim r$ 关系.  
(B) 半径为 $R$ 的无限长均匀带电圆柱面电场的 $E \sim r$ 关系.  
(C) 半径为 $R$ 的均匀带正电球体电场的 $U \sim r$ 关系.  
(D) 半径为 $R$ 的均匀带正电球面电场的 $U \sim r$ 关系.

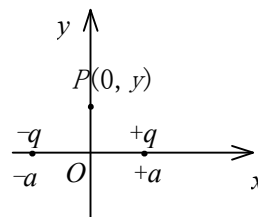


[ ]

6、如图所示，在坐标 $(a, 0)$ 处放置一点电荷 $+q$ ，在坐标 $(-a, 0)$ 处放置另一点电荷 $-q$ 。P 点是  $y$  轴上的一点，坐标为 $(0, y)$ 。当 $y \gg a$  时，该点场强的大小为：

- (A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 y^2}$  . (B)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 y^2}$  .  
(C)  $\frac{qa}{2\pi\epsilon_0 y^3}$  . (D)  $\frac{qa}{4\pi\epsilon_0 y^3}$  .

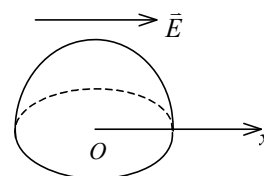
[                      ]



7、一电场强度为 $\vec{E}$ 的均匀电场， $\vec{E}$ 的方向与沿  $x$  轴正向，如图所示。则通过图中一半径为  $R$  的半球面的电场强度通量为

- (A)  $\pi R^2 E$ . (B)  $\pi R^2 E / 2$ .  
(C)  $2\pi R^2 E$ . (D) 0.

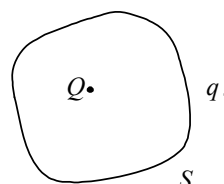
[                      ]



8、点电荷  $Q$  被曲面  $S$  所包围，从无穷远处引入另一点电荷  $q$  至曲面外一点，如图所示，则引入前后：

- (A) 曲面  $S$  的电场强度通量不变，曲面上各点场强不变。  
(B) 曲面  $S$  的电场强度通量变化，曲面上各点场强不变。  
(C) 曲面  $S$  的电场强度通量变化，曲面上各点场强变化。  
(D) 曲面  $S$  的电场强度通量不变，曲面上各点场强变化。

[                      ]



9、已知一高斯面所包围的体积内电荷代数和 $\Sigma q=0$ ，则可肯定：

- (A) 高斯面上各点场强均为零。  
(B) 穿过高斯面上每一面元的电场强度通量均为零。  
(C) 穿过整个高斯面的电场强度通量为零。  
(D) 以上说法都不对。

[                      ]

10、关于高斯定理的理解有下面几种说法，其中正确的是：

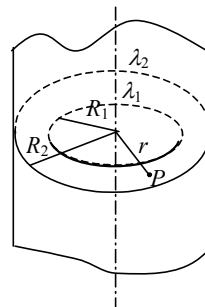
- (A) 如果高斯面上 $\vec{E}$ 处处为零，则该面内必无电荷。  
(B) 如果高斯面内无电荷，则高斯面上 $\vec{E}$ 处处为零。  
(C) 如果高斯面上 $\vec{E}$ 处处不为零，则高斯面内必有电荷。  
(D) 如果高斯面内有净电荷，则通过高斯面的电场强度通量必不为零。

[                      ]

11、如图所示，两个“无限长”的共轴圆柱面，半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ ，其上均匀带电，沿轴线方向单位长度上所带电荷分别为 $\lambda_1$  和 $\lambda_2$ ，则在两圆柱面之间、距离轴线为  $r$  的 P 点处的场强大小  $E$  为：

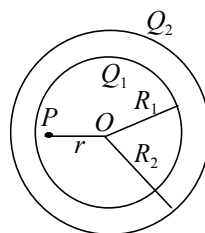
- (A)  $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 r}$  . (B)  $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$  .  
(C)  $\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0 (R_2 - r)}$  . (D)  $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 (r - R_1)}$  .

[                      ]



12、如图所示，两个同心的均匀带电球面，内球面半径为  $R_1$ 、带有电荷  $Q_1$ ，外球面半径为  $R_2$ 、带有电荷  $Q_2$ ，则在两球面里面、距离球心为  $r$  处的  $P$  点的场强大小  $E$  为：

- (A)  $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ . (B)  $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2}$   
(C)  $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ . (D) 0.

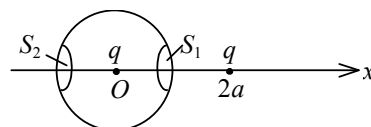


[ ]

13、有两个电荷都是  $+q$  的点电荷，相距为  $2a$ 。今以左边的点电荷所在处为球心，以  $a$  为半径作一球形高斯面。在球面上取两块相等的小面积  $S_1$  和  $S_2$ ，其位置如图所示。设通过  $S_1$  和  $S_2$  的电场强度通量分别为  $\Phi_1$  和  $\Phi_2$ ，通过整个球面的电场强度通量为  $\Phi_S$ ，

则

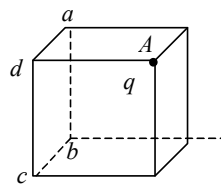
- (A)  $\Phi_1 > \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .  
(B)  $\Phi_1 < \Phi_2$ ,  $\Phi_S = 2q/\epsilon_0$ .  
(C)  $\Phi_1 = \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .  
(D)  $\Phi_1 < \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .



[ ]

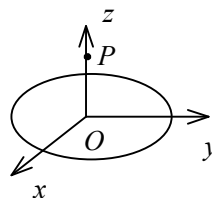
14、如图所示，一个电荷为  $q$  的点电荷位于立方体的  $A$  角上，则通过侧面  $abcd$  的电场强度通量等于：

- (A)  $\frac{q}{6\epsilon_0}$ . (B)  $\frac{q}{12\epsilon_0}$ .  
(C)  $\frac{q}{24\epsilon_0}$ . (D)  $\frac{q}{48\epsilon_0}$ .



15、有  $N$  个电荷均为  $q$  的点电荷，以两种方式分布在相同半径的圆周上：一种是无规则地分布，另一种是均匀分布。比较这两种情况下在过圆心  $O$  并垂直于圆平面的  $z$  轴上任一点  $P$  (如图所示) 的场强与电势，则有

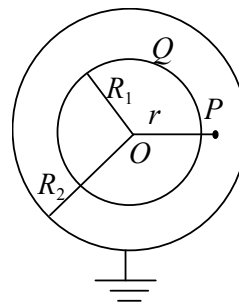
- (A) 场强相等，电势相等.  
(B) 场强不等，电势不等.  
(C) 场强分量  $E_z$  相等，电势相等.  
(D) 场强分量  $E_z$  相等，电势不等.



[ ]

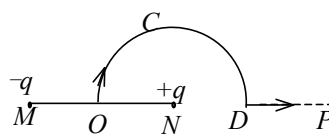
16、如图所示，两个同心球壳。内球壳半径为  $R_1$ ，均匀带有电荷  $Q$ ；外球壳半径为  $R_2$ ，壳的厚度忽略，原先不带电，但与地相连接。设地为电势零点，则在两球之间、距离球心为  $r$  的  $P$  点处电场强度的大小与电势分别为：

- (A)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .  
(B)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{r} \right)$ .  
(C)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R_2} \right)$ .  
(D)  $E = 0$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ .



[ ]

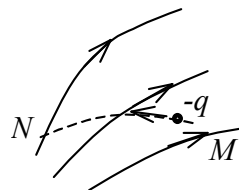
17、如图所示，直线  $MN$  长为  $2l$ ，弧  $OCD$  是以  $N$  点为中心， $l$  为半径的半圆弧， $N$  点有正电荷  $+q$ ， $M$  点有负电荷  $-q$ 。今将一试验电荷  $+q_0$  从  $O$  点出发沿路径  $OCDP$  移到无穷远处，设无穷远处电势为零，则电场力作功



- (A)  $A < 0$ ，且为有限常量。 (B)  $A > 0$ ，且为有限常量。  
(C)  $A = \infty$ 。 (D)  $A = 0$ 。

[ ]

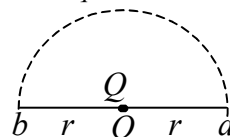
18、已知某电场的电场线分布情况如图所示。现观察到一负电荷从  $M$  点移到  $N$  点。有人根据这个图作出下列几点结论，其中哪点是正确的？



- (A) 电场强度  $E_M > E_N$ 。 (B) 电势  $U_M > U_N$ 。  
(C) 电势能  $W_M < W_N$ 。 (D) 电场力的功  $A > 0$ 。

[ ]

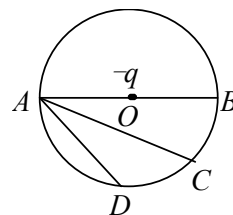
19、真空中有一点电荷  $Q$ ，在与它相距为  $r$  的  $a$  点处有一试验电荷  $q$ 。现使试验电荷  $q$  从  $a$  点沿半圆弧轨道运动到  $b$  点，如图所示。则电场力对  $q$  做功为



- (A)  $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\pi r^2}{2}$ 。 (B)  $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} 2r$ 。  
(C)  $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \pi r$ 。 (D) 0。

[ ]

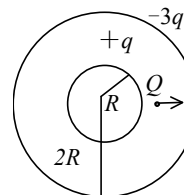
20、点电荷  $-q$  位于圆心  $O$  处， $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  为同一圆周上的四点，如图所示。现将一试验电荷从  $A$  点分别移动到  $B$ 、 $C$ 、 $D$  各点，则



- (A) 从  $A$  到  $B$ ，电场力作功最大。  
(B) 从  $A$  到  $C$ ，电场力作功最大。  
(C) 从  $A$  到  $D$ ，电场力作功最大。  
(D) 从  $A$  到各点，电场力作功相等。

[ ]

21、如图所示，在真空中半径分别为  $R$  和  $2R$  的两个同心球面，其上分别均匀地带有电荷  $+q$  和  $-3q$ 。今将一电荷为  $+Q$  的带电粒子从内球面处由静止释放，则该粒子到达外球面时的动能为：

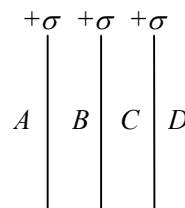


- (A)  $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$ 。 (B)  $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}$ 。  
(C)  $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$ 。 (D)  $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$ 。

[ ]

## 二、填空题：

1、三个平行的“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度都是  $+\sigma$ ，如图所示，则  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  三个区域的电场强度分别为： $E_A =$ \_\_\_\_\_，



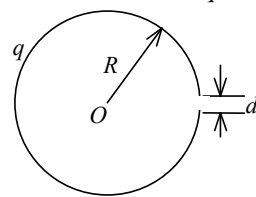
$E_B =$ \_\_\_\_\_， $E_C =$ \_\_\_\_\_， $E_D =$ \_\_\_\_\_。  
(设方向向 右为正)。



2、一半径为  $R$  的带有一缺口的细圆环，缺口长度为  $d$  ( $d \ll R$ ) 环上均匀带有正电，电荷为  $q$ ，如图所示。则圆心  $O$  处的场强大小

$E =$  \_\_\_\_\_，

场强方向为\_\_\_\_\_。

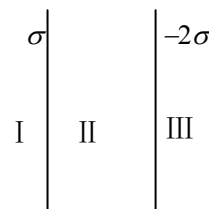


3、两块“无限大”的均匀带电平行平板，其电荷面密度分别为  $\sigma$  ( $\sigma > 0$ ) 及  $-2\sigma$ ，如图所示。试写出各区域的电场强度  $\vec{E}$ 。

I 区  $\vec{E}$  的大小 \_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_。

II 区  $\vec{E}$  的大小 \_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_。

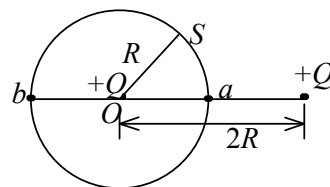
III 区  $\vec{E}$  的大小 \_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_。



4、如图所示，真空中两个正点电荷  $Q$ ，相距  $2R$ 。若以其中一点电荷所在处  $O$  点为中心，以  $R$  为半径作高斯球面  $S$ ，则通过该球

面的电场强度通量=\_\_\_\_\_；若以  $\vec{r}_0$  表示高斯面外法线方向的单位矢量，则高斯面上  $a$ 、 $b$  两点的电场强度分别为

\_\_\_\_\_。



5、一半径为  $R$  的“无限长”均匀带电圆柱面，其电荷面密度为  $\sigma$ 。该圆柱面内、外场强分布为 ( $\vec{r}$  表示在垂直于圆柱面的平面上，从轴线处引出的矢径)：

提

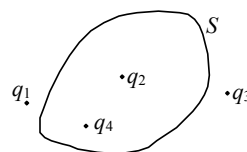
$\vec{E}(\vec{r}) =$  \_\_\_\_\_ ( $r < R$ )，

提

$\vec{E}(\vec{r}) =$  \_\_\_\_\_ ( $r > R$ )。

6、点电荷  $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$  和  $q_4$  在真空中的分布如图所示。图中  $S$  为闭合曲面，则通过该闭合曲面的电场强度通量

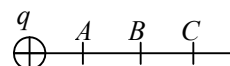
$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} =$  \_\_\_\_\_，式中的  $\vec{E}$  是点电荷 \_\_\_\_\_ 在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和。



7、一点电荷  $q = 10^{-9} \text{ C}$ ， $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点分别距离该点电荷 10 cm、20 cm、30 cm。若选  $B$  点的电势为零，则  $A$  点的电

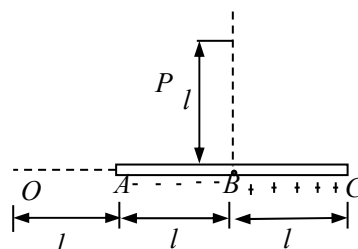
势为\_\_\_\_\_， $C$  点的电势为\_\_\_\_\_。

(真空介电常量  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )



8、 $AC$  为一根长为  $2l$  的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右半部均匀带有正电荷。电荷线密度分别为  $-\lambda$  和  $+\lambda$ ，如图所示。 $O$  点在棒的延长线上，距  $A$  端的距离为  $l$ 。 $P$  点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为  $l$ 。以棒的中点  $B$  为电势的零点。则

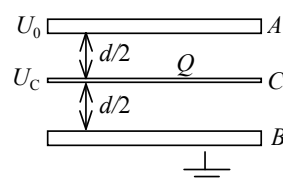
$O$  点电势  $U =$  \_\_\_\_\_； $P$  点电势  $U_0 =$  \_\_\_\_\_。



9、一半径为  $R$  的均匀带电圆盘，电荷面密度为  $\sigma$ ，设无穷远处为电势零点，

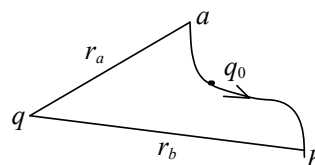
则圆盘中心  $O$  点的电势  $U =$  \_\_\_\_\_.

10、一平行板电容器，极板面积为  $S$ ，相距为  $d$ 。若  $B$  板接地，且保持  $A$  板的电势  $U_A = U_0$  不变。如图，把一块面积相同的带有电荷为  $Q$  的导体薄板  $C$  平行地插入两板中间，则导体薄板  $C$  的电势  $U_C =$  \_\_\_\_\_.



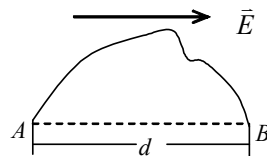
11、如图所示，在电荷为  $q$  的点电荷的静电场中，将一电荷为  $q_0$  的试验电荷从  $a$  点经任意路径移动到  $b$  点，外力所作

的功  $A =$  \_\_\_\_\_.



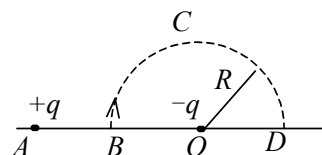
12、如图所示，在场强为  $\vec{E}$  的均匀电场中， $A$ 、 $B$  两点间距离为  $d$ 。  $AB$  连线方向与  $\vec{E}$  方向一致。从  $A$  点经任意路径到  $B$  点的场强线积分

$\int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} =$  \_\_\_\_\_.

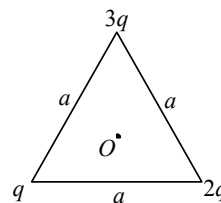


13、图示  $BCD$  是以  $O$  点为圆心，以  $R$  为半径的半圆弧，在  $A$  点有一电荷为  $+q$  的点电荷， $O$  点有一电荷为  $-q$  的点电荷。线段  $\overline{BA} = R$ 。现将一单位正电荷从  $B$  点沿半圆弧轨道  $BCD$  移到  $D$  点，

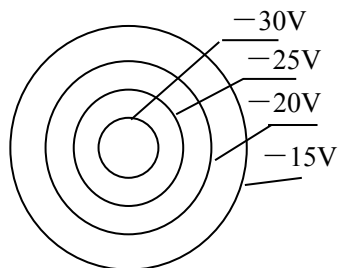
则电场力所作的功为 \_\_\_\_\_.



14、图示为一边长均为  $a$  的等边三角形，其三个顶点分别放置着电荷为  $q$ 、 $2q$ 、 $3q$  的三个正点电荷，若将一电荷为  $Q$  的正点电荷从无穷远处移至三角形的中心  $O$  处，则外力需做功  $A =$  \_\_\_\_\_.



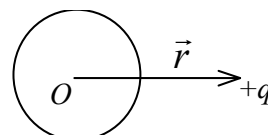
15、图示为某静电场的等势面图，在图中画出该电场的电场线。



16、如图所示，在电荷为  $+q$  的点电荷电场中，放入一不带电的金属球，从球心  $O$  到点电荷

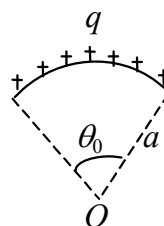
所在处的矢径为  $\vec{r}$ ，金属球上的感生电荷净电荷  $q' =$  \_\_\_\_\_，

这些感生电荷在球心  $O$  处产生的电场强度  $\vec{E}' =$  \_\_\_\_\_.

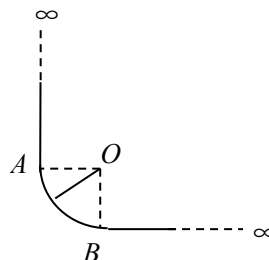


### 三、计算题:

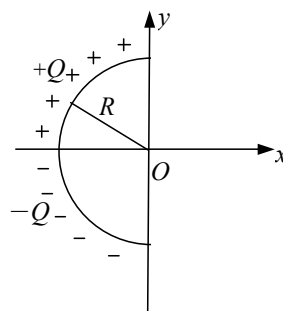
1、一段半径为  $a$  的细圆弧，对圆心的张角为  $\theta_0$ ，其上均匀分布有正电荷  $q$ ，如图所示。试以  $a$ ， $q$ ， $\theta_0$  表示出圆心  $O$  处的电场强度。



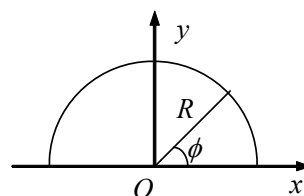
2、将一“无限长”带电细线弯成图示形状，设电荷均匀分布，电荷线密度为  $\lambda$ ，四分之一圆弧  $\widehat{AB}$  的半径为  $R$ ，试求圆心  $O$  点的场强。



3、一个细玻璃棒被弯成半径为  $R$  的半圆形，沿其上半部分均匀分布有电荷  $+Q$ ，沿其下半部分均匀分布有电荷  $-Q$ ，如图所示。试求圆心  $O$  处的电场强度。



4、带电细线弯成半径为  $R$  的半圆形，电荷线密度为  $\lambda = \lambda_0 \sin \phi$ ，式中  $\lambda_0$  为一常数， $\phi$  为半径  $R$  与  $x$  轴所成的夹角，如图所示。试求环心  $O$  处的电场强度。



5、边长为  $b$  的立方盒子的六个面，分别平行于  $xOy$ 、 $yOz$  和  $xOz$  平面。盒子的一角在坐标原点处。在此区域有一静电场，场强为  $\vec{E} = 200\vec{i} + 300\vec{j}$ 。试求穿过各面的电通量。

6、一半径为  $R$  的带电球体，其电荷体密度分布为

$$\rho = \frac{qr}{\pi R^4} \quad (r \leq R) \quad (q \text{ 为一正的常量})$$

$$\rho = 0 \quad (r > R)$$

试求：(1) 带电球体的总电荷；(2) 球内、外各点的电场强度；(3) 球内、外各点的电势。

7、若电荷以相同的面密度  $\sigma$  均匀分布在半径分别为  $r_1 = 10 \text{ cm}$  和  $r_2 = 20 \text{ cm}$  的两个同心球面上，设无穷远处电势为零，已知球心电势为  $300 \text{ V}$ ，试求两球面的电荷面密度  $\sigma$  的值。 ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$ )

8、电荷以相同的面密度  $\sigma$  分布在半径为  $r_1=10\text{ cm}$  和  $r_2=20\text{ cm}$  的两个同心球面上. 设无限远处电势为零, 球心处的电势为  $U_0=300\text{ V}$ .

(1) 求电荷面密度  $\sigma$ .

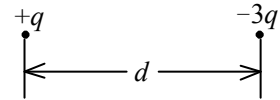
(2) 若要使球心处的电势也为零, 外球面上应放掉多少电荷?

$$[\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)]$$

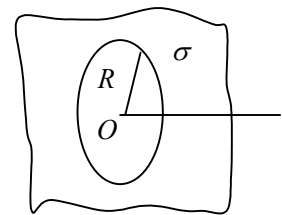
9、如图所示, 两个点电荷  $+q$  和  $-3q$ , 相距为  $d$ . 试求:

(1) 在它们的连线上电场强度  $\vec{E} = 0$  的点与电荷为  $+q$  的点电荷相距多远?

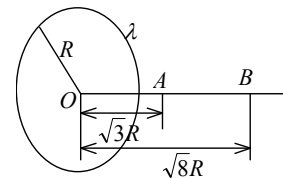
(2) 若选无穷远处电势为零, 两点电荷之间电势  $U=0$  的点与电荷为  $+q$  的点电荷相距多远?



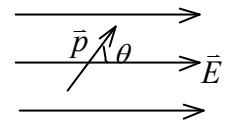
10、一“无限大”平面, 中部有一半径为  $R$  的圆孔, 设平面上均匀带电, 电荷面密度为  $\sigma$ . 如图所示, 试求通过小孔中心  $O$  并与平面垂直的直线上各点的场强和电势(选  $O$  点的电势为零).



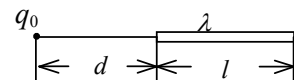
11、如图所示, 一半径为  $R$  的均匀带正电圆环, 其电荷线密度为  $\lambda$ . 在其轴线上有  $A$ 、 $B$  两点, 它们与环心的距离分别为  $\overline{OA} = \sqrt{3}R$ ,  $\overline{OB} = \sqrt{8}R$ . 一质量为  $m$ 、电荷为  $q$  的粒子从  $A$  点运动到  $B$  点. 求在此过程中电场力所作的功.



12 一电偶极子的电矩为  $\vec{p}$ , 放在场强为  $\vec{E}$  的匀强电场中,  $\vec{p}$  与  $\vec{E}$  之间夹角为  $\theta$ , 如图所示. 若将此偶极子绕通过其中心垂直于  $\vec{p}$ 、 $\vec{E}$  平面的轴转  $180^\circ$ , 外力需作功多少?



13、在真空中一长为  $l=10\text{ cm}$  的细杆上均匀分布着电荷, 其电荷线密度  $\lambda = 1.0 \times 10^{-5} \text{ C/m}$ . 在杆的延长线上, 距杆的一端距离  $d=10\text{ cm}$  的一点上, 有一点电荷  $q_0 = 2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ , 如图所示. 试求该点电荷所受的电场力. (真空介电常量  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

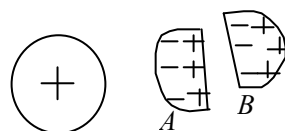


## 第十章 静电场中的导体和介质

### 一、 选择题

1、把  $A, B$  两块不带电的导体放在一带正电导体的电场中,如图所示. 设无限远处为电势零点,  $A$  的电势为  $U_A$ ,  $B$  的电势为  $U_B$ , 则

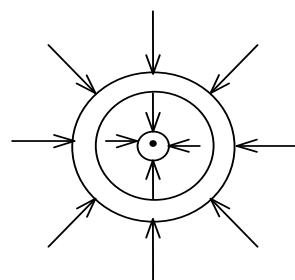
- (A)  $U_B > U_A \neq 0$ .      (B)  $U_B > U_A = 0$ .  
(C)  $U_B = U_A$ .      (D)  $U_B < U_A$ .



[      ]

2、同心导体球与导体球壳周围电场的电场线分布如图所示, 由电场线分布情况可知球壳上所带总电荷

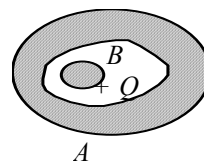
- (A)  $q > 0$ .      (B)  $q = 0$ .  
(C)  $q < 0$ .      (D) 无法确定.



[      ]

3、在一个原来不带电的外表面为球形的空腔导体  $A$  内, 放一带有电荷为  $+Q$  的带电导体  $B$ , 如图所示. 则比较空腔导体  $A$  的电势  $U_A$  和导体  $B$  的电势  $U_B$  时, 可得以下结论:

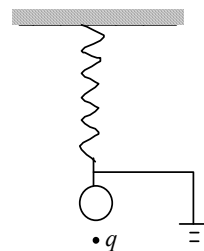
- (A)  $U_A = U_B$ .      (B)  $U_A > U_B$ .  
(C)  $U_A < U_B$ .      (D) 因空腔形状不是球形, 两者无法比较.



[      ]

4、有一接地的金属球, 用一弹簧吊起, 金属球原来不带电. 若在它的下方放置一电荷为  $q$  的点电荷, 如图所示, 则

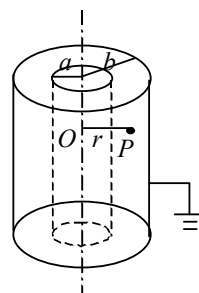
- (A) 只有当  $q > 0$  时, 金属球才下移.  
(B) 只有当  $q < 0$  时, 金属球才下移.  
(C) 无论  $q$  是正是负金属球都下移.  
(D) 无论  $q$  是正是负金属球都不动.



[      ]

5、一长直导线横截面半径为  $a$ , 导线外同轴地套一半径为  $b$  的薄圆筒, 两者互相绝缘, 并且外筒接地, 如图所示. 设导线单位长度的电荷为  $+\lambda$ , 并设地的电势为零, 则两导体之间的  $P$  点 ( $OP = r$ ) 的场强大小和电势分别为:

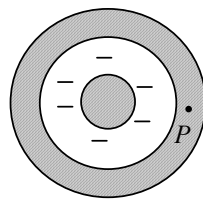
- (A)  $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$ .  
(B)  $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$ .  
(C)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$ .  
(D)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$ .



[      ]

6、如图所示，一带负电荷的金属球，外面同心地罩一不带电的金属球壳，则在球壳中一点  $P$  处的场强大小与电势(设无穷远处为电势零点)分别为：

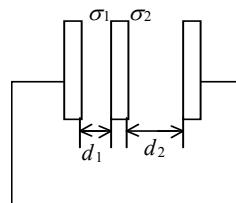
- (A)  $E=0, U>0$ . (B)  $E=0, U<0$ .  
(C)  $E=0, U=0$ . (D)  $E>0, U<0$ .



[                      ]

7、三块互相平行的导体板，相互之间的距离  $d_1$  和  $d_2$  比板面积线度小得多，外面二板用导线连接。中间板上带电，设左右两面上电荷面密度分别为  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$ ，如图所示。则比值  $\sigma_1 / \sigma_2$  为

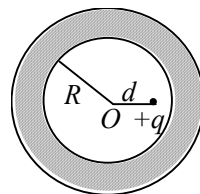
- (A)  $d_1 / d_2$ . (B)  $d_2 / d_1$ .  
(C) 1. (D)  $d_2^2 / d_1^2$ .



[                      ]

8、一个未带电的空腔导体球壳，内半径为  $R$ 。在腔内离球心的距离为  $d$  处 ( $d < R$ )，固定一点电荷  $+q$ ，如图所示。用导线把球壳接地后，再把地线撤去。选无穷远处为电势零点，则球心  $O$  处的电势为

- (A) 0. (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$ .  
(C)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ . (D)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$ .

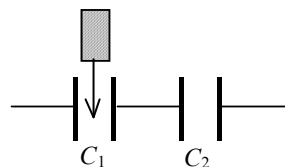


[                      ]

9、 $C_1$  和  $C_2$  两空气电容器，把它们串联成一电容器组。若在  $C_1$  中插入一电介质板，则

- (A)  $C_1$  的电容增大，电容器组总电容减小。  
(B)  $C_1$  的电容增大，电容器组总电容增大。  
(C)  $C_1$  的电容减小，电容器组总电容减小。  
(D)  $C_1$  的电容减小，电容器组总电容增大。

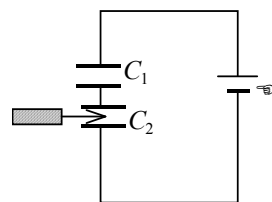
[                      ]



10、 $C_1$  和  $C_2$  两空气电容器串联以后接电源充电。在电源保持联接的情况下，在  $C_2$  中插入一电介质板，则

- (A)  $C_1$  极板上电荷增加， $C_2$  极板上电荷增加。  
(B)  $C_1$  极板上电荷减少， $C_2$  极板上电荷增加。  
(C)  $C_1$  极板上电荷增加， $C_2$  极板上电荷减少。  
(D)  $C_1$  极板上电荷减少， $C_2$  极板上电荷减少。

[                      ]

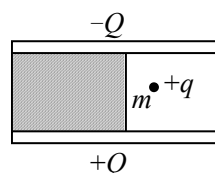


11、 $C_1$  和  $C_2$  两个电容器，其上分别标明 200 pF(电容量)、500 V(耐压值)和 300 pF、900 V。把它们串连起来在两端加上 1000 V 电压，则

- (A)  $C_1$  被击穿， $C_2$  不被击穿。 (B)  $C_2$  被击穿， $C_1$  不被击穿。  
(C) 两者都被击穿。 (D) 两者都不被击穿。

[                      ]

12、一个大平行板电容器水平放置，两极板间的一半空间充有各向同性均匀电介质，另一半为空气，如图。当两极板带上恒定的等量异号电荷时，有一个质量为  $m$ 、带电荷为  $+q$  的质点，在极板间的空气区域中处于平衡。此后，若把电介质抽去，则该质点

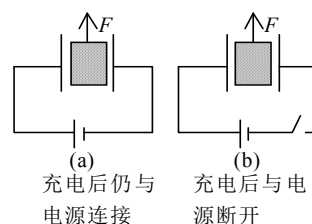


- (A) 保持不动. (B) 向上运动.  
(C) 向下运动. (D) 是否运动不能确定.

[ ]

13、用力  $F$  把电容器中的电介质板拉出，在图(a)和图(b)的两种情况下，电容器中储存的静电能量将

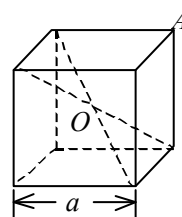
- (A) 都增加.  
(B) 都减少.  
(C) (a)增加, (b)减少.  
(D) (a)减少, (b)增加.



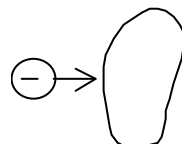
[ ]

## 二、 填空题

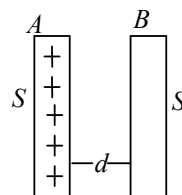
1、在静电场中有一立方体均匀导体，边长为  $a$ 。已知立方导体中心  $O$  处的电势为  $U_0$ ，则立方体顶点  $A$  的电势为\_\_\_\_\_。



2、如图所示，将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近，则导体内的电场强度\_\_\_\_\_，导体的电势\_\_\_\_\_。(填增大、不变、减小)



3、如图所示，把一块原来不带电的金属板  $B$ ，移近一块已带有正电荷  $Q$  的金属板  $A$ ，平行放置。设两板面积都是  $S$ ，板间距离是  $d$ ，忽略边缘效应。当  $B$  板不接



地时，两板间电势差  $U_{AB} =$ \_\_\_\_\_； $B$  板接地时两板间电势差  $U'_{AB} =$ \_\_\_\_\_。

4、一平行板电容器，充电后与电源保持联接，然后使两极板间充满相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质，这时两极板上的电荷是原来的\_\_\_\_\_倍；电场强度是原来的\_\_\_\_\_倍；电场能量是原来的\_\_\_\_\_倍。

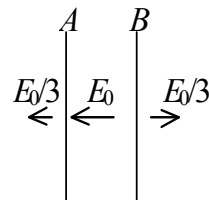
5、一平行板电容器，两板间充满各向同性均匀电介质，已知相对介电常量为 $\epsilon_r$ 。若极板上的自由电荷面密度为 $\sigma$ ，则介质中电位移的大小 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场强度的大小

$E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6、 $A$ 、 $B$  为两块无限大均匀带电平行薄平板，两板间和左右两侧充满相对介电常量为 $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质。已知两板间的场强大小为  $E_0$ ，两板外的场强均为  $\frac{1}{3}E_0$ ，方向如图。则  $A$ 、 $B$  两板所带电荷面密度分别为

$\sigma_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ，

$\sigma_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

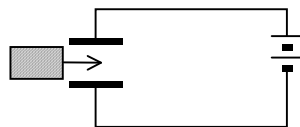


7、半径为  $R_1$  和  $R_2$  的两个同轴金属圆筒，其间充满着相对介电常量为 $\epsilon_r$  的均匀介质。设两筒上单位长度带有的电荷分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ ，则介质中离轴线的距离为

$r$  处的电位移矢量的大小  $D = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场强度的大小  $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8、电容为  $C_0$  的平板电容器，接在电路中，如图所示。若将相对介电常量为 $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间)，则此时电容器的电容为原来

的  $\underline{\hspace{2cm}}$  倍，电场能量是原来的  $\underline{\hspace{2cm}}$  倍。



9、在电容为  $C_0$  的平行板空气电容器中，平行地插入一厚度为两极板距离一半的金属板，则电容器的电容  $C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

10、一空气平行板电容器，其电容值为  $C_0$ ，充电后电场能量为  $W_0$ 。在保持与电源连接的情况下在两极板间充满相对介电常量为 $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质，则此

时电容值  $C = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场能量  $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

11、两个电容器的电容之比  $C_1 : C_2 = 1 : 2$ 。把它们串联起来接电源充电，它们的电场能量之比  $W_1 : W_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ；如果是并联起来接电源充电，则它们的电场能量之比

$W_1 : W_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

### 三、 计算题

1、假想从无限远处陆续移来微量电荷使一半径为  $R$  的导体球带电。

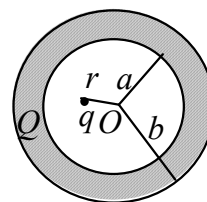
(1) 当球上已带有电荷  $q$  时，再将一个电荷元  $dq$  从无限远处移到球上的过程中，外力作多少功？

(2) 使球上电荷从零开始增加到  $Q$  的过程中，外力共作多少功？

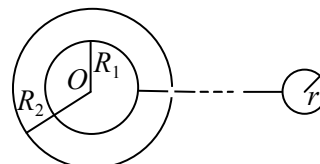


2、如图所示，一内半径为  $a$ 、外半径为  $b$  的金属球壳，带有电荷  $Q$ ，在球壳空腔内距离球心  $r$  处有一点电荷  $q$ 。设无限远处为电势零点，试求：

- (1) 球壳内外表面上的电荷。
- (2) 球心  $O$  点处，由球壳内表面上电荷产生的电势。
- (3) 球心  $O$  点处的总电势。

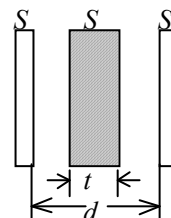


3、半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  ( $R_2 > R_1$ ) 的两个同心导体薄球壳，分别带有电荷  $Q_1$  和  $Q_2$ ，今将内球壳用细导线与远处半径为  $r$  的导体球相联，如图所示，导体球原来不带电，试求相联后导体球所带电荷  $q$ 。



4、一空气平行板电容器，两极板面积均为  $S$ ，板间距离为  $d$  ( $d$  远小于极板线度)，在两极板间平行地插入一面积也是  $S$ 、厚度为  $t$  ( $t < d$ ) 的金属片，如图所示。试求：

- (1) 电容  $C$  于多少？
- (2) 金属片放在两极板间的位置对电容值有无影响？



5、空气中有一半径为  $R$  的孤立导体球。令无限远处电势为零，试计算：

- (1) 该导体球的电容；
- (2) 球上所带电荷为  $Q$  时储存的静电能。
- (3) 若空气的击穿场强为  $E_g$ ，导体球上能储存的最大电荷值。

6、两电容器的电容之比为  $C_1 : C_2 = 1 : 2$ 。

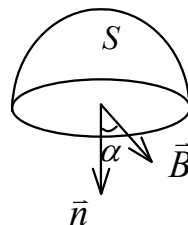
- (1) 把它们串联后接到电压一定的电源上充电，它们的电能之比是多少？
- (2) 如果是并联充电，电能之比是多少？
- (3) 在上述两种情形下电容器系统的总电能之比又是多少？

# 第十一章 稳恒磁场

## 一、 选择题

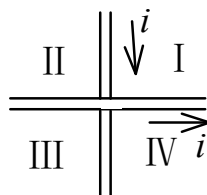
1、在磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场中作一半径为  $r$  的半球面  $S$ ,  $S$  边线所在平面的法线方向单位矢量  $\vec{n}$  与  $\vec{B}$  的夹角为  $\alpha$ , 则通过半球面  $S$  的磁通量(取弯面向外为正)为

- (A)  $\pi r^2 B$ . (B)  $2\pi r^2 B$ .  
(C)  $-\pi r^2 B \sin \alpha$ . (D)  $-\pi r^2 B \cos \alpha$ . [ ]



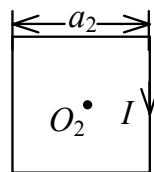
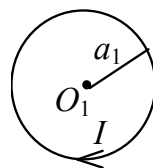
2、在一平面内, 有两条垂直交叉但相互绝缘的导线, 流过每条导线的电流  $i$  的大小相等, 其方向如图所示. 问哪些区域中有某些点的磁感强度  $B$  可能为零?

- (A) 仅在象限 I. (B) 仅在象限 II.  
(C) 仅在象限 I, III. (D) 仅在象限 I, IV.  
(E) 仅在象限 II, IV. [ ]



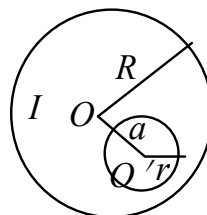
3、载流的圆形线圈(半径  $a_1$ )与正方形线圈(边长  $a_2$ )通有相同电流  $I$ . 若两个线圈的中心  $O_1$ 、 $O_2$  处的磁感强度大小相同, 则半径  $a_1$  与边长  $a_2$  之比  $a_1 : a_2$  为

- (A) 1 : 1 (B)  $\sqrt{2}\pi : 1$   
(C)  $\sqrt{2}\pi : 4$  (D)  $\sqrt{2}\pi : 8$  [ ]



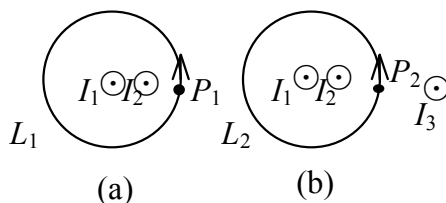
4、在半径为  $R$  的长直金属圆柱体内部挖去一个半径为  $r$  的长直圆柱体, 两柱体轴线平行, 其间距为  $a$ , 如图. 今在此导体上通以电流  $I$ , 电流在截面上均匀分布, 则空心部分轴线上  $O'$  点的磁感强度的大小为

- (A)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2}{R^2}$  (B)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2 - r^2}{R^2}$   
(C)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2}{R^2 - r^2}$  (D)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \left( \frac{a^2}{R^2} - \frac{r^2}{a^2} \right)$  [ ]

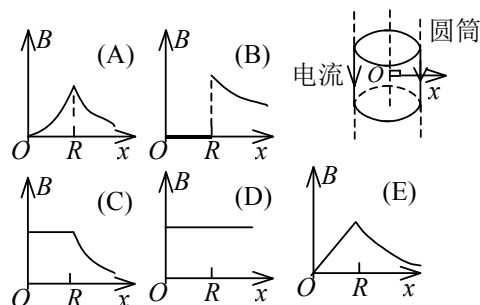


5、在图(a)和(b)中各有一半半径相同的圆形回路  $L_1$ 、 $L_2$ , 圆周内有电流  $I_1$ 、 $I_2$ , 其分布相同, 且均在真空中, 但在(b)图中  $L_2$  回路外有电流  $I_3$ ,  $P_1$ 、 $P_2$  为两圆形回路上的对应点, 则:

- (A)  $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$ ,  $B_{P_1} = B_{P_2}$   
(B)  $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$ ,  $B_{P_1} = B_{P_2}$ .  
(C)  $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$ ,  $B_{P_1} \neq B_{P_2}$ .  
(D)  $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$ ,  $B_{P_1} \neq B_{P_2}$ . [ ]



6、磁场由沿空心长圆筒形导体的均匀分布的电流产生，圆筒半径为  $R$ ， $x$  坐标轴垂直圆筒轴线，原点在中心轴线上。图(A)~(E)哪一条曲线表示  $B-x$  的关系？

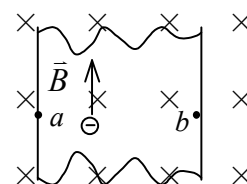


[      ]

7、一铜条置于均匀磁场中，铜条中电子流的方向如图所示。试问下述哪一种情况将会发生？

- (A) 在铜条上  $a$ 、 $b$  两点产生一小电势差，且  $U_a > U_b$ 。  
 (B) 在铜条上  $a$ 、 $b$  两点产生一小电势差，且  $U_a < U_b$ 。  
 (C) 在铜条上产生涡流。  
 (D) 电子受到洛伦兹力而减速。

[      ]



8、 $\alpha$  粒子与质子以同一速率垂直于磁场方向入射到均匀磁场中，它们各自作圆周运动的半径比  $R_\alpha / R_p$  和周期比  $T_\alpha / T_p$  分别为：

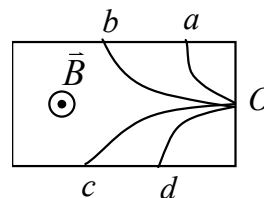
- (A) 1 和 2；                      (B) 1 和 1；  
 (C) 2 和 2；                      (D) 2 和 1。

[      ]

9、图为四个带电粒子在  $O$  点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹的照片。磁场方向垂直纸面向外，轨迹所对应的四个粒子的质量相等，电荷大小也相等，则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是

- (A)  $Oa$ .                      (B)  $Ob$ .  
 (C)  $Oc$ .                      (D)  $Od$ .

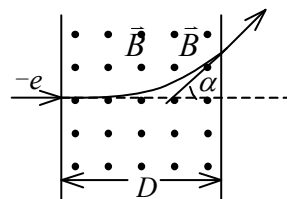
[      ]



10、一个动量为  $p$  的电子，沿图示方向入射并能穿过一个宽度为  $D$ 、磁感强度为  $\vec{B}$  (方向垂直纸面向外) 的均匀磁场区域，则该电子出射方向和入射方向间的夹角为

- (A)  $\alpha = \cos^{-1} \frac{eBD}{p}$ .                      (B)  $\alpha = \sin^{-1} \frac{eBD}{p}$ .  
 (C)  $\alpha = \sin^{-1} \frac{BD}{eP}$                       (D)  $\alpha = \cos^{-1} \frac{BD}{eP}$

[      ]



11、在匀强磁场中，有两个平面线圈，其面积  $A_1 = 2A_2$ ，通有电流  $I_1 = 2I_2$ ，它们所受的最大磁力矩之比  $M_1 / M_2$  等于

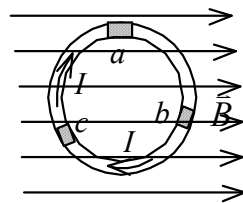
- (A) 1.                      (B) 2.  
 (C) 4.                      (D) 1/4.

[      ]

12、如图所示，在磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场中，有一圆形载流导线， $a$ 、 $b$ 、 $c$  是其上三个长度相等的电流元，则它们所受安培力大小的关系为

- (A)  $F_a > F_b > F_c$ . (B)  $F_a < F_b < F_c$ .  
(C)  $F_b > F_c > F_a$ . (D)  $F_a > F_c > F_b$ .

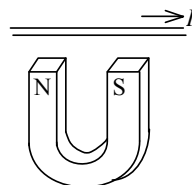
[ ]



13、把通电的直导线放在蹄形磁铁磁极的上方，如图所示。导线可以自由活动，且不计重力。当导线内通以如图所示的电流时，导线将

- (A) 不动。  
(B) 顺时针方向转动(从上往下看)。  
(C) 逆时针方向转动(从上往下看)，然后下降。  
(D) 顺时针方向转动(从上往下看)，然后下降。  
(E) 逆时针方向转动(从上往下看)，然后上升。

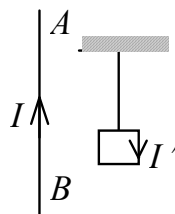
[ ]



14、把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线  $AB$  的附近，两者在同一平面内，直导线  $AB$  固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时线圈将

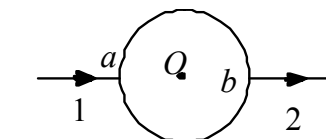
- (A) 不动。  
(B) 发生转动，同时靠近导线  $AB$ 。  
(C) 发生转动，同时离开导线  $AB$ 。  
(D) 靠近导线  $AB$ 。  
(E) 离开导线  $AB$ 。

[ ]



15、电流由长直导线 1 沿半径方向经  $a$  点流入一电阻均匀的圆环，再由  $b$  点沿半径方向流出，经长直导线 2 返回电源(如图)。已知直导线上电流为  $I$ ，圆环的半径为  $R$ ，且  $a$ 、 $b$  与圆心  $O$  三点在一直线上。若载流直导线 1、2 和圆环中的电流在  $O$  点产生的磁感强度分别用  $\vec{B}_1$ 、 $\vec{B}_2$  和  $\vec{B}_3$  表示，则  $O$  点磁感强度的大小为

- (A)  $B = 0$ ，因为  $B_1 = B_2 = B_3 = 0$ 。  
(B)  $B = 0$ ，因为虽然  $B_1 \neq 0$ 、 $B_2 \neq 0$ ，但  $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$ ， $B_3 = 0$ 。  
(C)  $B \neq 0$ ，因为虽然  $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$ ，但  $B_3 \neq 0$ 。  
(D)  $B \neq 0$ ，因为虽然  $B_3 = 0$ ，但  $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$ 。

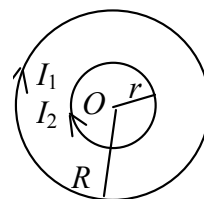


[ ]

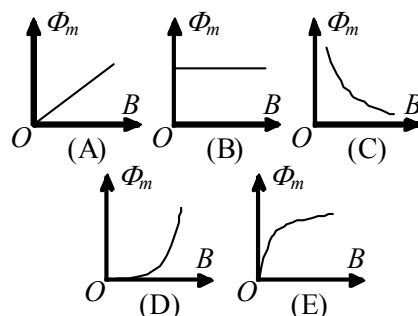
16、两个同心圆线圈，大圆半径为  $R$ ，通有电流  $I_1$ ；小圆半径为  $r$ ，通有电流  $I_2$ ，方向如图。若  $r \ll R$  (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为

- (A)  $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$ . (B)  $\frac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$ .  
(C)  $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 R^2}{2r}$ . (D) 0.

[ ]



17、一质量为  $m$ 、电荷为  $q$  的粒子，以与均匀磁场  $\vec{B}$  垂直的速度  $v$  射入磁场内，则粒子运动轨道所包围范围内的磁通量  $\Phi_m$  与磁场磁感强度  $\vec{B}$  大小的关系曲线是(A)~(E)中的哪一条？

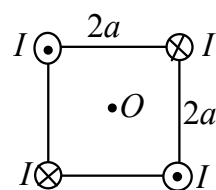


[       ]

18、四条皆垂直于纸面的载流细长直导线，每条中的电流皆为  $I$ 。这四条导线被纸面截得的断面，如图所示，它们组成了边长为  $2a$  的正方形的四个角顶，每条导线中的电流流向亦如图所示。则在图中正方形中心点  $O$  的磁感强度的大小为

- (A)  $B = \frac{2\mu_0}{\pi a} I$  .      (B)  $B = \frac{\sqrt{2}\mu_0}{2\pi a} I$  .  
 (C)  $B = 0$ .      (D)  $B = \frac{\mu_0}{\pi a} I$  .

[       ]



19、一载有电流  $I$  的细导线分别均匀密绕在半径为  $R$  和  $r$  的长直圆筒上形成两个螺线管，两螺线管单位长度上的匝数相等。设  $R = 2r$ ，则两螺线管中的磁感强度大小  $B_R$  和  $B_r$  应满足：

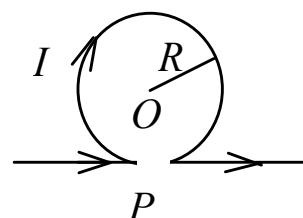
- (A)  $B_R = 2 B_r$ .      (B)  $B_R = B_r$ .  
 (C)  $2B_R = B_r$ .      (D)  $B_R = 4 B_r$ .

[       ]

20、无限长直导线在  $P$  处弯成半径为  $R$  的圆，当通以电流  $I$  时，则在圆心  $O$  点的磁感强度大小等于

- (A)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$  .      (B)  $\frac{\mu_0 I}{4R}$  .  
 (C) 0.      (D)  $\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$  .  
 (E)  $\frac{\mu_0 I}{4R} (1 + \frac{1}{\pi})$  .

[       ]



21、关于稳恒电流磁场的磁场强度  $\vec{H}$ ，下列几种说法中哪个是正确的？

- (A)  $\vec{H}$  仅与传导电流有关.  
 (B) 若闭合曲线内没有包围传导电流，则曲线上各点的  $\vec{H}$  必为零.  
 (C) 若闭合曲线上各点  $\vec{H}$  均为零，则该曲线所包围传导电流的代数和为零.  
 (D) 以闭合曲线  $L$  为边缘的任意曲面的  $\vec{H}$  通量均相等.

[       ]

22、磁介质有三种，用相对磁导率 $\mu_r$ 表征它们各自的特性时，

- (A) 顺磁质 $\mu_r > 0$ ，抗磁质 $\mu_r < 0$ ，铁磁质 $\mu_r \gg 1$ .  
 (B) 顺磁质 $\mu_r > 1$ ，抗磁质 $\mu_r = 1$ ，铁磁质 $\mu_r \gg 1$ .  
 (C) 顺磁质 $\mu_r > 1$ ，抗磁质 $\mu_r < 1$ ，铁磁质 $\mu_r \gg 1$ .  
 (D) 顺磁质 $\mu_r < 0$ ，抗磁质 $\mu_r < 1$ ，铁磁质 $\mu_r > 0$ .

[       ]

23、用细导线均匀密绕成长为 $l$ 、半径为 $a$  ( $l \gg a$ )、总匝数为 $N$ 的螺线管，管内充满相对磁导率为 $\mu_r$ 的均匀磁介质。若线圈中载有稳恒电流 $I$ ，则管中任意一点的

- (A) 磁感强度大小为 $B = \mu_0 \mu_r NI$ .  
 (B) 磁感强度大小为 $B = \mu_r NI / l$ .  
 (C) 磁场强度大小为 $H = \mu_0 NI / l$ .  
 (D) 磁场强度大小为 $H = NI / l$ .

[       ]

24、顺磁物质的磁导率：

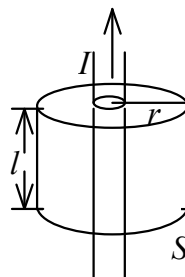
- (A) 比真空的磁导率略小.        (B) 比真空的磁导率略大.  
 (C) 远小于真空的磁导率.        (D) 远大于真空的磁导率.

[       ]

## 二、 填空题

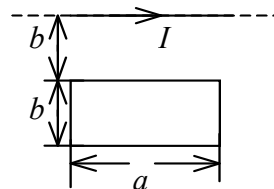
1、一磁场的磁感强度为 $\vec{B} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$  (SI)，则通过一半径为 $R$ ，开口向 $z$ 轴正方向的半球壳表面的磁通量的大小为\_\_\_\_\_Wb.

2、半径为 0.5 cm 的无限长直圆柱形导体上，沿轴线方向均匀地流着 $I = 3$  A 的电流。作一个半径 $r = 5$  cm、长 $l = 5$  cm 且与电流同轴的圆柱形闭合曲面 $S$ ，则该表面上的磁感强度 $\vec{B}$ 沿曲面的积



分  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} =$ \_\_\_\_\_.

3、在一根通有电流 $I$ 的长直导线旁，与之共面地放着一个长、宽各为 $a$ 和 $b$ 的矩形线框，线框的长边与载流长直导线平行，且二者相距为 $b$ ，如图所示。在此情形中，线框内的



磁通量 $\Phi =$ \_\_\_\_\_.

4、若把氢原子的基态电子轨道看作是圆轨道，已知电子轨道半径  $r = 0.53 \times 10^{-10}$  m，绕核运动速度大小  $v = 2.18 \times 10^8$  m/s，则氢原子基态电子在原子核处产生的磁感强度 $\vec{B}$ 的大小

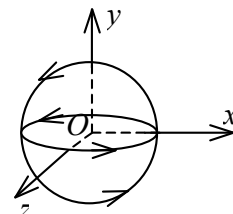
为\_\_\_\_\_。 ( $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  T·m/A)

5、在非均匀磁场中，有一电荷为  $q$  的运动电荷。当电荷运动至某点时，其速率为  $v$ ，运动方向与磁场方向间的夹角为  $\alpha$ ，此时测出它所受的磁力为  $f_m$ 。则该运动电荷所在处的磁感强度的大小

为\_\_\_\_\_。磁力  $f_m$  的方向一定垂直于\_\_\_\_\_。

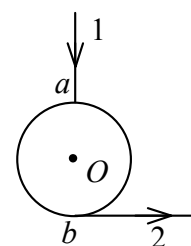
6、如图，球心位于  $O$  点的球面，在直角坐标系  $xOy$  和  $xOz$  平面上的两个圆形交线上分别流有相同的电流，其流向各与  $y$  轴和  $z$  轴的正方向成右手螺旋

关系。则由此形成的磁场在  $O$  点的方向为\_\_\_\_\_。



7、在真空中，电流由长直导线 1 沿半径方向经  $a$  点流入一由电阻均匀的导线构成的圆环，再由  $b$  点沿切向从圆环流出，经长直导线 2 返回电源(如图)。已知直导线上的电流强度为  $I$ ，圆环半径为  $R$ 。  $a$ 、 $b$  和圆心  $O$  在同一直线上，则  $O$  处

的磁感强度  $B$  的大小为\_\_\_\_\_。

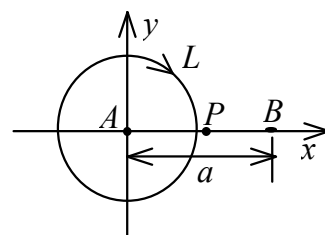


8、如图，平行的无限长直载流导线  $A$  和  $B$ ，电流强度均为  $I$ ，垂直纸面向外，两根载流导线之间相距为  $a$ ，则

(1)  $\overline{AB}$  中点( $P$  点)的磁感强度  $\vec{B}_p =$ \_\_\_\_\_。

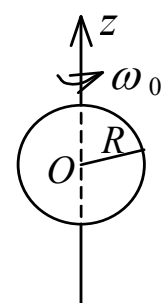
(2) 磁感强度  $\vec{B}$  沿图中环路  $L$  的线积分

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \text{_____}.$$



9、如图所示。电荷  $q$  ( $>0$ ) 均匀地分布在一个半径为  $R$  的薄球壳外表面上，若球壳以恒角速度  $\omega_0$  绕  $z$  轴转动，则沿着  $z$  轴从  $-\infty$  到  $+\infty$  磁感强度的线积分

等于\_\_\_\_\_。



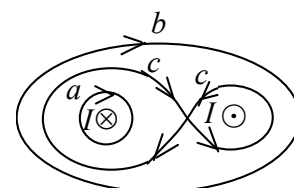
10、两根长直导线通有电流  $I$ ，图示有三种环路；在每种情况下， $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$

等于：

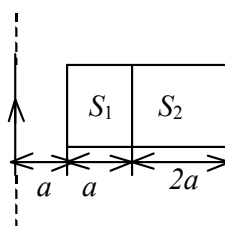
\_\_\_\_\_ (对环路  $a$ )。

\_\_\_\_\_ (对环路  $b$ )。

\_\_\_\_\_ (对环路  $c$ )。



11、如图，在无限长直载流导线的右侧有面积为  $S_1$  和  $S_2$  的两个矩形回路。两个回路与长直载流导线在同一平面，且矩形回路的一边与长直载流导线平行。则通过面积为  $S_1$  的矩形回路的磁通量与通过面积为  $S_2$  的矩形



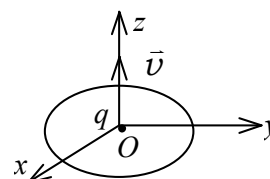
回路的磁通量之比为\_\_\_\_\_。

12、带电粒子穿过过饱和蒸汽时，在它走过的路径上，过饱和蒸汽便凝结成小液滴，从而显示出粒子的运动轨迹。这就是云室的原理。今在云室中有磁感强度大小为  $B = 1 \text{ T}$  的均匀磁场，观测到一个质子的径迹是半径  $r = 20 \text{ cm}$  的圆弧。已知质子的电荷为  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，静止质量  $m = 1.67 \times 10^{-27}$

kg，则该质子的动能为\_\_\_\_\_。

13、两个带电粒子，以相同的速度垂直磁感线飞入匀强磁场，它们的质量之比是  $1 : 4$ ，电荷之比是  $1 : 2$ ，它们所受的磁场力之比是\_\_\_\_\_，运动轨迹半径之比是\_\_\_\_\_。

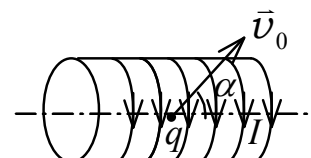
14、如图所示，一半径为  $R$ ，通有电流为  $I$  的圆形回路，位于  $Oxy$  平面内，圆心为  $O$ 。一带正电荷为  $q$  的粒子，以速度  $\vec{v}$  沿  $z$  轴向上运动，当带正电荷的粒子恰好通过  $O$  点时，作用于圆形回路上的力



为\_\_\_\_\_，作用在带电粒子上的力

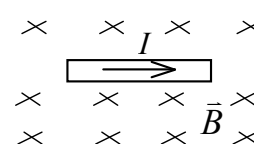
为\_\_\_\_\_。

15、半径为  $R$  的空心载流无限长螺线管，单位长度有  $n$  匝线圈，导线中电流为  $I$ 。今在螺线管中部以与轴成  $\alpha$  角的方向发射一个质量为  $m$ ，电荷为  $q$  的粒子(如图)。则该粒子初速  $v_0$  必须小于或等于

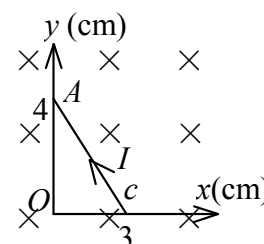


\_\_\_\_\_，才能保证它不与螺线管壁相撞。

16、有一根质量为  $m$ ，长为  $l$  的直导线，放在磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场中  $\vec{B}$  的方向在水平面内，导线中电流方向如图所示，当导线所受磁力与重力平衡时，导线中电流  $I =$ \_\_\_\_\_。



17、如图所示，在纸面上的直角坐标系中，有一根载流导线  $AC$  置于垂直于纸面的均匀磁场  $\vec{B}$  中，若  $I = 1 \text{ A}$ ， $B = 0.1 \text{ T}$ ，



则  $AC$  导线所受的磁力大小为\_\_\_\_\_。

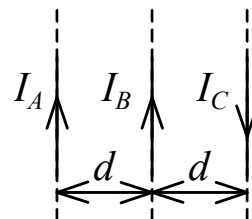


18、 $A$ 、 $B$ 、 $C$  为三根平行共面的长直导线，导线间距  $d=10\text{ cm}$ ，它们通过的电流分别为  $I_A=I_B=5\text{ A}$ ， $I_C=10\text{ A}$ ，其中  $I_C$  与  $I_B$ 、 $I_A$  的方向相反，每根导线每厘米所受的力的大小为

$$\frac{dF_A}{dl} = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$\frac{dF_B}{dl} = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$\frac{dF_C}{dl} = \underline{\hspace{2cm}}. \quad (\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{ N/A}^2)$$



19、长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成，两导体中有等值反向均匀电流  $I$  通过，其间充满磁导率为  $\mu$  的均匀磁介质。介质中离中心轴距离为  $r$  的某

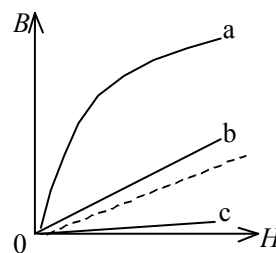
点处的磁场强度的大小  $H = \underline{\hspace{2cm}}$ ，磁感强度的大小  $B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

20、图示为三种不同的磁介质的  $B\sim H$  关系曲线，其中虚线表示的是  $B = \mu_0 H$  的关系。说明 a、b、c 各代表哪一类磁介质的  $B\sim H$  关系曲线：

a 代表 顺磁质 的  $B\sim H$  关系曲线。

b 代表 抗磁质 的  $B\sim H$  关系曲线。

c 代表 铁磁质 的  $B\sim H$  关系曲线。



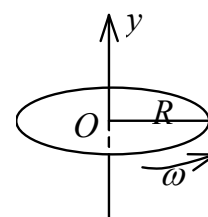
21、一个单位长度上密绕有  $n$  匝线圈的长直螺线管，每匝线圈中通有强度为  $I$  的电流，管内充满相对磁导率为  $\mu_r$  的磁介质，则管内中部附近磁感强度

$B = \underline{\hspace{2cm}}$ ，磁场强度  $H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

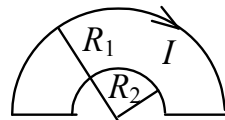
### 三、计算题

1、在无限长直载流导线产生的磁场中，有一个与导线共面的矩形平面线圈  $cdef$ ，线圈  $cd$  和  $ef$  边与长直导线平行，线圈尺寸和其与长导线的距离如图所示。现在使平面线圈沿其平面法线方向  $\vec{n}$  (平行  $z$  轴) 移动  $\Delta z$  距离，求在此位置上通过线圈的磁通量。

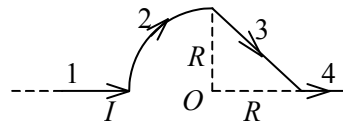
2、如图所示，半径为  $R$ ，线电荷密度为  $\lambda$  ( $>0$ ) 的均匀带电的圆线圈，绕过圆心与圆平面垂直的轴以角速度  $\omega$  转动，求轴上任一点的  $\vec{B}$  的大小及其方向。



- 3、平面闭合回路由半径为  $R_1$  及  $R_2$  ( $R_1 > R_2$ ) 的两个同心半圆弧和两个直导线段组成(如图). 已知两个直导线段在两半圆弧中心  $O$  处的磁感强度为零, 且闭合载流回路在  $O$  处产生的总的磁感强度  $B$  与半径为  $R_2$  的半圆弧在  $O$  点产生的磁感强度  $B_2$  的关系为  $B = 2 B_2/3$ , 求  $R_1$  与  $R_2$  的关系.



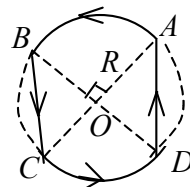
- 4、一根无限长导线弯成如图形状, 设各线段都在同一平面内(纸面内), 其中第二段是半径为  $R$  的四分之一圆弧, 其余为直线. 导线中通有电流  $I$ , 求图中  $O$  点处的磁感强度.



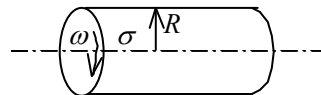
- 5、图中实线所示的闭合回路  $ABCD$  中, 通有电流  $10\text{ A}$ , 两弧的半径均为  $R = 0.5\text{ m}$ , 且  $AB = CD$ , 求:

(1)  $O$  点处的磁感强度  $\vec{B}$ . ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N/A}^2$ )

- (2) 在  $O$  点处放置一个正方形小试验线圈, 线圈各边长为  $5\text{ mm}$ , 通有电流  $0.1\text{ A}$ , 问线圈如何取向时所受磁力矩最大? 此最大磁力矩的值为多少?

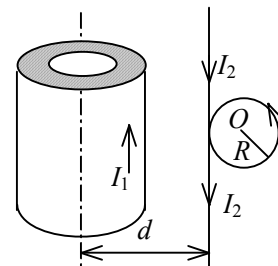


- 6、如图所示, 一半径为  $R$  的均匀带电无限长直圆筒, 面电荷密度为  $\sigma$ . 该筒以角速度  $\omega$  绕其轴线匀速旋转. 试求圆筒内部的磁感强度.

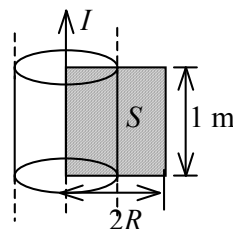


- 7、有一长直导体圆管, 内外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ , 如图, 它所载的电流  $I_1$  均匀分布在其横截面上. 导体旁边有一绝缘“无限长”直导线, 载有电流  $I_2$ , 且在中部绕了一个半径为  $R$  的圆圈. 设导体管的轴线与长直导线平行, 相距为  $d$ , 而且它们与导体圆圈共面,

求圆心  $O$  点处的磁感强度  $\vec{B}$ .



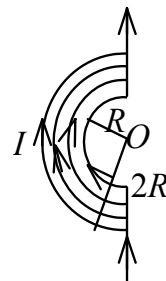
- 8、一无限长圆柱形铜导体(磁导率  $\mu_0$ ), 半径为  $R$ , 通有均匀分布的电流  $I$ . 今取一矩形平面  $S$  (长为  $1\text{ m}$ , 宽为  $2R$ ), 位置如右图中画斜线部分所示, 求通过该矩形平面的磁通量.



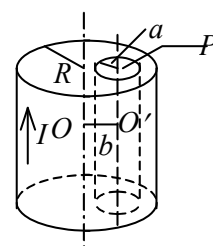
9、设电流均匀流过无限大导电平面，其电流密度为  $i$ ，求导电平面两侧的磁感强度。

10、已知  $10\text{mm}^2$  裸铜线允许通过  $50\text{A}$  电流而不会使导线过热，电流在导线横截面上均匀分布。求：  
(1) 导线内、外磁感强度的分布；(2) 导线表面的磁感强度。

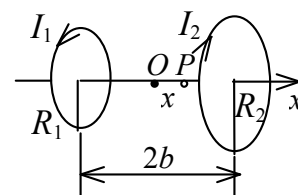
11、如图弯成半圆形的细导线紧密排列，可认为电流连续分布，在半径方向单位长度内导线的根数为  $n$ ，每根导线内通过的电流为  $I$ ，求  $O$  点的磁感强度。



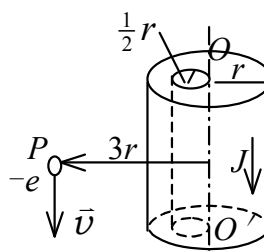
12、如图，一无限长圆柱形直导体，横截面半径为  $R$ ，在导体内有一半径为  $a$  的圆柱形孔，它的轴平行于导体轴并与它相距为  $b$ ，设导体载有均匀分布的电流  $I$ ，求孔内任意一点  $P$  的磁感强度  $B$  的表达式。



13、如图两共轴线圈，半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$ ，电流为  $I_1$ 、 $I_2$ 。电流的方向相反，求轴线上相距中点  $O$  为  $x$  处的  $P$  点的磁感强度。



14、空气中有一半径为  $r$  的“无限长”直圆柱金属导体，竖直线  $OO'$  为其中心轴线。在圆柱体内挖一个直径为  $\frac{1}{2}r$  的圆柱空洞，空洞侧面与  $OO'$  相切，在未挖洞部分通以均匀分布的电流  $I$ ，方向沿  $OO'$  向下，如图所示。在距轴线  $3r$  处有一电子(电荷为  $-e$ )沿平行于  $OO'$  轴方向，在中心轴线  $OO'$  和空洞轴线所决定的平面内，向下以速度  $\vec{v}$  飞经  $P$  点。求电子经  $P$  时，所受的磁场力。

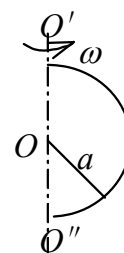


15、如图，半径为  $a$ ，带正电荷且线密度是  $\lambda$  (常量)的半圆以角速度  $\omega$  绕轴  $O'O''$  匀速旋转。求：

(1)  $O$  点的  $\vec{B}$ ；

(2) 旋转的带电半圆的磁矩  $\vec{p}_m$ 。

(积分公式  $\int_0^\pi \sin^2 \theta d\theta = \frac{1}{2}\pi$ )



## 第十二章 电磁感应

### 一、选择题

1、一导体圆线圈在均匀磁场中运动，能使其中产生感应电流的一种情况是

- (A) 线圈绕自身直径轴转动，轴与磁场方向平行.
- (B) 线圈绕自身直径轴转动，轴与磁场方向垂直.
- (C) 线圈平面垂直于磁场并沿垂直磁场方向平移.
- (D) 线圈平面平行于磁场并沿垂直磁场方向平移.

[       ]

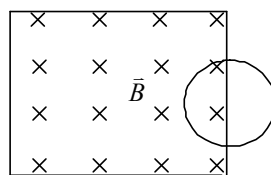
2、尺寸相同的铁环与铜环所包围的面积中，通以相同变化率的磁通量，当不计环的自感时，环中

- (A) 感应电动势不同.
- (B) 感应电动势相同，感应电流相同.
- (C) 感应电动势不同，感应电流相同.
- (D) 感应电动势相同，感应电流不同.

[       ]

3、一个圆形线环，它的一半放在一分布在方形区域的匀强磁场  $\vec{B}$  中，

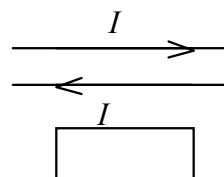
另一半位于磁场之外，如图所示. 磁场  $\vec{B}$  的方向垂直指向纸内. 欲使圆线环中产生逆时针方向的感应电流，应使



- (A) 线环向右平移.
- (B) 线环向上平移.
- (C) 线环向左平移.
- (D) 磁场强度减弱.

[       ]

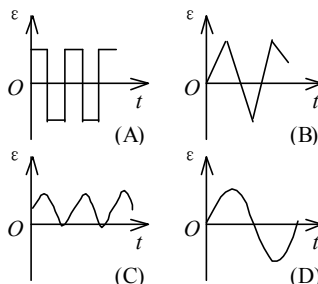
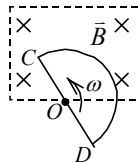
4、两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流  $I$ ，并各以  $dI/dt$  的变化率增长，一矩形线圈位于导线平面内(如图)，则：



- (A) 线圈中无感应电流.
- (B) 线圈中感应电流为顺时针方向.
- (C) 线圈中感应电流为逆时针方向.
- (D) 线圈中感应电流方向不确定.

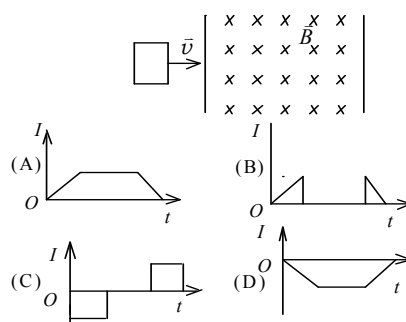
[       ]

5、如图所示，矩形区域为均匀稳恒磁场，半圆形闭合导线回路在纸面内绕轴  $O$  作逆时针方向匀角速转动， $O$  点是圆心且恰好落在磁场的边缘上，半圆形闭合导线完全在磁场外时开始计时. 图(A)—(D)的  $\varepsilon-t$  函数图象中哪一条属于半圆形导线回路中产生的感应电动势？



[       ]

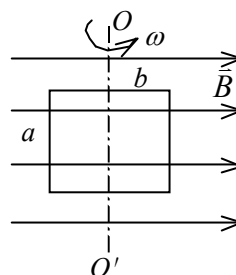
6、如图所示，一矩形金属线框，以速度  $\vec{v}$  从无场空间进入一均匀磁场中，然后又从磁场中出来，到无场空间中。不计线圈的自感，下面哪一条图线正确地表示了线圈中的感应电流对时间的函数关系？(从线圈刚进入磁场时刻开始计时， $I$  以顺时针方向为正)



[      ]

7、一矩形线框长为  $a$  宽为  $b$ ，置于均匀磁场中，线框绕  $OO'$  轴，以角速度  $\omega$  旋转(如图所示)。设  $t=0$  时，线框平面处于纸面内，则任一时刻感应电动势的大小为

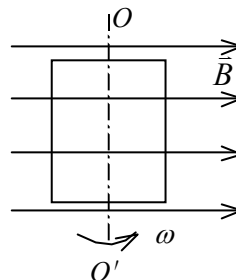
- (A)  $2abB|\cos\omega t|$ .      (B)  $\omega abB$ .  
 (C)  $\frac{1}{2}\omega abB|\cos\omega t|$ .      (D)  $\omega abB|\cos\omega t|$ .  
 (E)  $\omega abB|\sin\omega t|$ .



[      ]

8、一闭合正方形线圈放在均匀磁场中，绕通过其中心且与一边平行的转轴  $OO'$  转动，转轴与磁场方向垂直，转动角速度为  $\omega$ ，如图所示。用下述哪一种办法可以使线圈中感应电流的幅值增加到原来的两倍(导线的电阻不能忽略)？

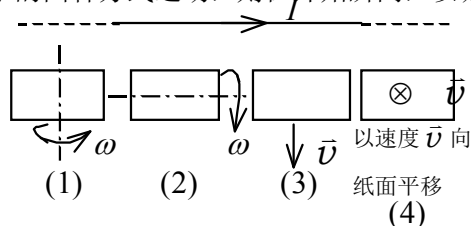
- (A) 把线圈的匝数增加到原来的两倍。  
 (B) 把线圈的面积增加到原来的两倍，而形状不变。  
 (C) 把线圈切割磁力线的两条边增长到原来的两倍。  
 (D) 把线圈的角速度  $\omega$  增大到原来的两倍。



[      ]

9、如图所示，一矩形线圈，放在一无限长载流直导线附近，开始时线圈与导线在同一平面内，矩形的长边与导线平行。若矩形线圈以图(1)，(2)，(3)，(4)所示的四种方式运动，则在开始瞬间，以哪种方式运动的矩形线圈中的感应电流最大？

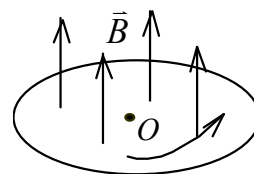
- (A) 以图(1)所示方式运动。  
 (B) 以图(2)所示方式运动。  
 (C) 以图(3)所示方式运动。  
 (D) 以图(4)所示方式运动。



[      ]

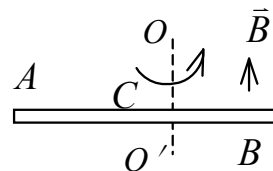
10、圆铜盘水平放置在均匀磁场中， $\vec{B}$  的方向垂直盘面向上。当铜盘绕通过中心垂直于盘面的轴沿图示方向转动时，

- (A) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的相反方向流动。  
 (B) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的方向流动。  
 (C) 铜盘上产生涡流。  
 (D) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘边缘处电势最高。  
 (E) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘中心处电势最高。



[      ]

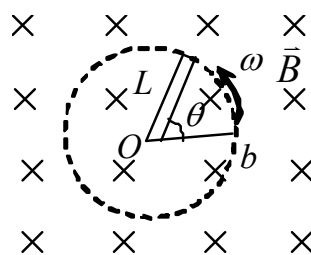
11、如图所示，导体棒 AB 在均匀磁场  $\vec{B}$  中 绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴  $OO'$  转动（角速度  $\vec{\omega}$  与  $\vec{B}$  同方向），BC 的长度为棒长的  $1/3$ ，则



- (A) A 点比 B 点电势高. (B) A 点与 B 点电势相等.  
(C) A 点比 B 点电势低. (D) 有稳恒电流从 A 点流向 B 点.

[ ]

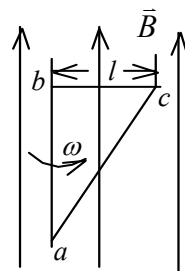
12、一根长度为  $L$  的铜棒，在均匀磁场  $\vec{B}$  中以匀角速度  $\omega$  绕通过其一端  $O$  的定轴旋转着， $\vec{B}$  的方向垂直铜棒转动的平面，如图所示。设  $t=0$  时，铜棒与  $Ob$  成  $\theta$  角 ( $b$  为铜棒转动的平面上一个固定点)，则在任一时刻  $t$  这根铜棒两端之间的感应电动势是：



- (A)  $\omega L^2 B \cos(\omega t + \theta)$ . (B)  $\frac{1}{2} \omega L^2 B \cos \omega t$ .  
(C)  $2 \omega L^2 B \cos(\omega t + \theta)$ . (D)  $\omega L^2 B$ .  
(E)  $\frac{1}{2} \omega L^2 B$ .

[ ]

13、如图所示，直角三角形金属框架  $abc$  放在均匀磁场中，磁场  $\vec{B}$  平行于  $ab$  边， $bc$  的长度为  $l$ 。当金属框架绕  $ab$  边以匀角速度  $\omega$  转动时， $abc$  回路中的感应电动势  $\mathcal{E}$  和  $a$ 、 $c$  两点间的电势差  $U_a - U_c$  为



- (A)  $\mathcal{E}=0$ ,  $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$ . (B)  $\mathcal{E}=0$ ,  $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$ .  
(C)  $\mathcal{E} = B \omega l^2$ ,  $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$ . (D)  $\mathcal{E} = B \omega l^2$ ,  $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$ .

[ ]

14、自感为  $0.25 \text{ H}$  的线圈中，当电流在  $(1/16) \text{ s}$  内由  $2 \text{ A}$  均匀减小到零时，线圈中自感电动势的大小为：

- (A)  $7.8 \times 10^{-3} \text{ V}$ . (B)  $3.1 \times 10^{-2} \text{ V}$ .  
(C)  $8.0 \text{ V}$ . (D)  $12.0 \text{ V}$ .

[ ]

15、对于单匝线圈取自感系数的定义式为  $L = \Phi / I$ 。当线圈的几何形状、大小及周围磁介质分布不变，且无铁磁性物质时，若线圈中的电流强度变小，则线圈的自感系数  $L$

- (A) 变大，与电流成反比关系。  
(B) 变小。  
(C) 不变。  
(D) 变大，但与电流不成反比关系。

[ ]

16、两个通有电流的平面圆线圈相距不远，如果要使其互感系数近似为零，则应调整线圈的取向使

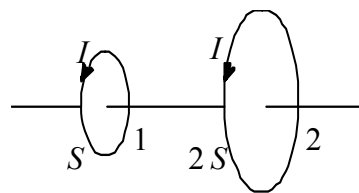
- (A) 两线圈平面都平行于两圆心连线。  
(B) 两线圈平面都垂直于两圆心连线。  
(C) 一个线圈平面平行于两圆心连线，另一个线圈平面垂直于两圆心连线。  
(D) 两线圈中电流方向相反。

[ ]

17、有两个线圈，线圈 1 对线圈 2 的互感系数为  $M_{21}$ ，而线圈 2 对线圈 1 的互感系数为  $M_{12}$ 。若它们

分别流过  $i_1$  和  $i_2$  的变化电流且  $\left| \frac{di_1}{dt} \right| > \left| \frac{di_2}{dt} \right|$ ，并设由  $i_2$  变化在线

圈 1 中产生的互感电动势为  $\mathcal{E}_{12}$ ，由  $i_1$  变化在线圈 2 中产生的互感电动势为  $\mathcal{E}_{21}$ ，判断下述哪个论断正确。



(A)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} = \mathcal{E}_{12}$ .

(B)  $M_{12} \neq M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} \neq \mathcal{E}_{12}$ .

(C)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} > \mathcal{E}_{12}$ .

(D)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} < \mathcal{E}_{12}$ .

[ ]

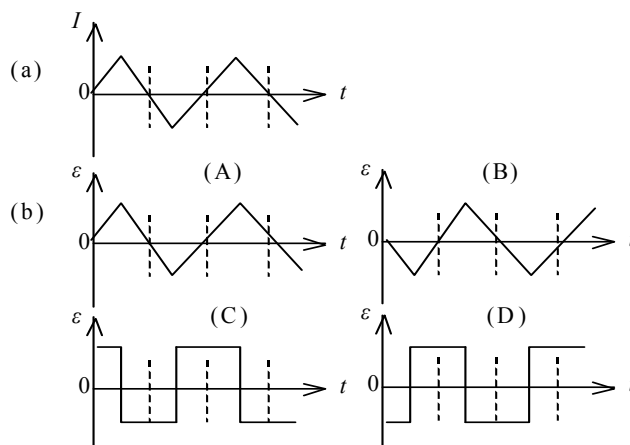
18、面积为  $S$  和  $2S$  的两圆线圈 1、2 如图放置，通有相同的电流  $I$ 。线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通用  $\Phi_{21}$  表示，线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通用  $\Phi_{12}$  表示，则  $\Phi_{21}$  和  $\Phi_{12}$  的大小关系为：

(A)  $\Phi_{21} = 2\Phi_{12}$ . (B)  $\Phi_{21} > \Phi_{12}$ .

(C)  $\Phi_{21} = \Phi_{12}$ . (D)  $\Phi_{21} = \frac{1}{2}\Phi_{12}$ .

[ ]

19、在一自感线圈中通过的电流  $I$  随时间  $t$  的变化规律如图(a)所示，若以  $I$  的正流向作为  $\mathcal{E}$  的正方向，则代表线圈内自感电动势  $\mathcal{E}$  随时间  $t$  变化规律的曲线应为图(b)中(A)、(B)、(C)、(D)中的哪一个？



[ ]

20、真空中一根无限长直细导线上通电流  $I$ ，则距导线垂直距离为  $a$  的空间某点处的磁能密度为

(A)  $\frac{1}{2}\mu_0\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\right)^2$  (B)  $\frac{1}{2\mu_0}\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\right)^2$

(C)  $\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi a}{\mu_0 I}\right)^2$  (D)  $\frac{1}{2\mu_0}\left(\frac{\mu_0 I}{2a}\right)^2$

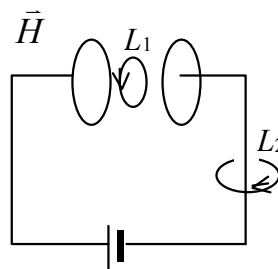
[ ]

21、如图，平板电容器(忽略边缘效应)充电时，沿环路  $L_1$  的磁场强度

$\vec{H}$  的环流与沿环路  $L_2$  的磁场强度  $\vec{H}$  的环流两者，必有：

(A)  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$ .

(B)  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$ .



$$(C) \oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'.$$

$$(D) \oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = 0.$$

[      ]

22、对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确。

- (A) 位移电流是指变化电场。  
 (B) 位移电流是由线性变化磁场产生的。  
 (C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律。  
 (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理。

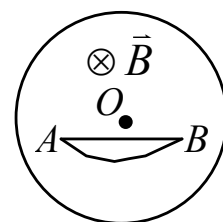
[      ]

23、在感应电场中电磁感应定律可写成  $\oint_L \vec{E}_K \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$ ，式中  $\vec{E}_K$  为感应电场的电场强度。此式表明：

- (A) 闭合曲线  $L$  上  $\vec{E}_K$  处处相等。  
 (B) 感应电场是保守力场。  
 (C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线。  
 (D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念。

[      ]

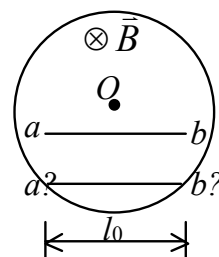
24、在圆柱形空间内有一磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场，如图所示。  $\vec{B}$  的大小以速率  $dB/dt$  变化。在磁场中有  $A$ 、 $B$  两点，其间可放直导线  $AB$  和弯曲的导线  $\widehat{AB}$ ，则



- (A) 电动势只在  $AB$  导线中产生。  
 (B) 电动势只在  $\widehat{AB}$  导线中产生。  
 (C) 电动势在  $\widehat{AB}$  和  $AB$  中都产生，且两者大小相等。  
 (D)  $\widehat{AB}$  导线中的电动势小于  $AB$  导线中的电动势。

[      ]

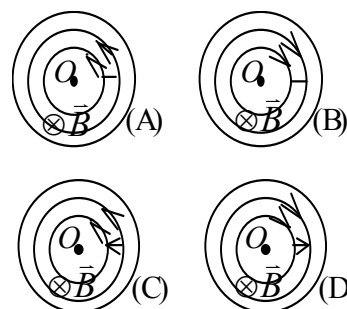
25、在圆柱形空间内有一磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场，如图所示，  $\vec{B}$  的大小以速率  $dB/dt$  变化。有一长度为  $l_0$  的金属棒先后放在磁场的两个不同位置 1( $ab$ ) 和 2( $a'b'$ )，则金属棒在这两个位置时棒内的感应电动势的大小关系为



- (A)  $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 \neq 0$ .      (B)  $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ .  
 (C)  $\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1$ .      (D)  $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 = 0$ .

[      ]

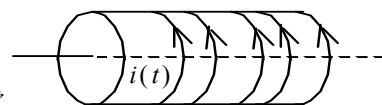
26、用导线围成的回路(两个以  $O$  点为心半径不同的同心圆，在一处用导线沿半径方向相连)，放在轴线通过  $O$  点的圆柱形均匀磁场中，回路平面垂直于柱轴，如图所示。如磁场方向垂直图面向里，其大小随时间减小，则(A)→(D)各图中哪个图上正确表示了感应电流的流向？



[      ]



27、如图所示，空气中有一无限长金属薄壁圆筒，在表面上沿圆周方向均匀地流着一层随时间变化的面电流  $i(t)$ ，则



- (A) 圆筒内均匀地分布着变化磁场和变化电场.
- (B) 任意时刻通过圆筒内假想的任一球面的磁通量和电通量均为零.
- (C) 沿圆筒外任意闭合环路上磁感强度的环流不为零.
- (D) 沿圆筒内任意闭合环路上电场强度的环流为零.

[       ]

## 二、填空题

1、在竖直放置的一根无限长载流直导线右侧有一与其共面的任意形状的平面线圈。直导线中的电流由下向上，当线圈平行于导线向下运动时，线圈中的感应电动势\_\_\_\_\_；当

线圈以垂直于导线的速度靠近导线时，线圈中的感应电动势\_\_\_\_\_。(填 $>0$ ， $<0$  或 $=0$ ) (设顺时针方向的感应电动势为正)。

2、条形磁铁插入与冲击电流计串联的金属环中时，有  $q=2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$  的电荷通过电流计。若连接电流计的电路总电阻  $R=25 \Omega$ ，则穿过环的磁通的变化  $\Delta \Phi =$ \_\_\_\_\_。

3、半径为  $a$  的无限长密绕螺线管，单位长度上的匝数为  $n$ ，通以交变电流  $i=I_m \sin \omega t$ ，则围在管外的同轴圆形回路(半径为  $r$ )上的感生电动势为\_\_\_\_\_。

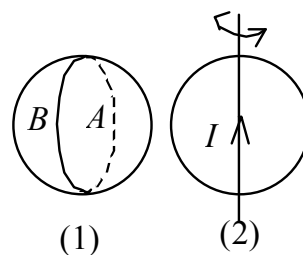
4、桌子上水平放置一个半径  $r=10 \text{ cm}$  的金属圆环，其电阻  $R=1 \Omega$ 。若地球磁场磁感强度的竖直分量为  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ 。那么将环面翻转一次，沿环流过任一横截面的电荷  $q =$ \_\_\_\_\_。

5、判断在下述情况下，线圈中有无感应电流，若有，在图中标明感应电流的方向。

(1) 两圆环形导体互相垂直地放置。两环的中心重合，且彼此绝缘，

当  $B$  环中的电流发生变化时，在  $A$  环中\_\_\_\_\_。

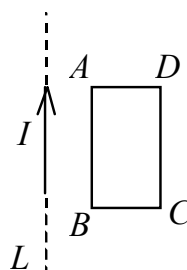
(2) 无限长载流直导线处在导体圆环所在平面并通过环的中心，载流直导线与圆环互相绝缘，当圆环以直导线为轴匀速转动时，圆环中\_\_\_\_\_。



6、如图所示，在一长直导线  $L$  中通有电流  $I$ ， $ABCD$  为一矩形线圈，它与  $L$  皆在纸面内，且  $AB$  边与  $L$  平行。

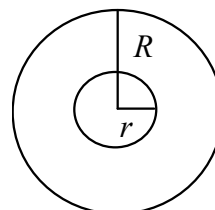
(1) 矩形线圈在纸面内向右移动时，线圈中感应电动势方向为\_\_\_\_\_。

(2) 矩形线圈绕  $AD$  边旋转，当  $BC$  边已离开纸面向外运动时，线圈中感应电动势的方向为\_\_\_\_\_。



7、半径为  $r$  的小绝缘圆环，置于半径为  $R$  的大导线圆环中心，二者在同一平面内，且  $r \ll R$ 。在大导线环中通有正弦电流（取逆时针方向为正） $I = I_0 \sin \omega t$ ，其中  $\omega$ 、 $I_0$  为常数， $t$  为时间，则任一时刻小线环中感应电动势（取逆时针方向

为正）为\_\_\_\_\_。



8、一面积为  $S$  的平面导线闭合回路，置于载流长螺线管中，回路的法向与螺线管轴线平行。设长螺线管单位长度上的匝数为  $n$ ，通过的电流为  $I = I_m \sin \omega t$ （电流的正向与回路的正法向成右手关系），

其中  $I_m$  和  $\omega$  为常数， $t$  为时间，则该导线回路中的感生电动势为\_\_\_\_\_。

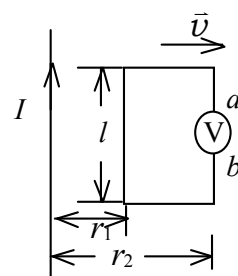
9、一半径  $r = 10 \text{ cm}$  的圆形闭合导线回路置于均匀磁场  $\vec{B}$  ( $B = 0.80 \text{ T}$ ) 中， $\vec{B}$  与回路平面正交。若圆形回路的半径从  $t = 0$  开始以恒定的速率  $dr/dt = -80 \text{ cm/s}$  收缩，则在这  $t = 0$  时刻，闭合回路中的感应电动势大小为\_\_\_\_\_；如要求感应电动势保持这一数值，则闭合回路面积应以  $dS/dt =$  \_\_\_\_\_的恒定速率收缩。

10、在磁感强度为  $\vec{B}$  的磁场中，以速率  $v$  垂直切割磁力线运动的一长度为  $L$  的金属杆，相当于\_\_\_\_\_，它的电动势  $\mathcal{E} =$  \_\_\_\_\_，产生此电动势的非静电力是\_\_\_\_\_。

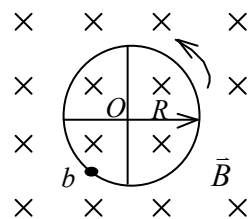
11、如图所示，在与纸面相平行的平面内有一载有电流  $I$  的无限长直导线和一接有电压表的矩形线框。线框与长直导线相平行的边的长度为  $l$ ，电压表两端  $a$ 、 $b$  间的距离和  $l$  相比可以忽略不计。今使线框在与导线共同所在的平面内以速度  $\vec{v}$  沿垂直于载流导线的方向离开导线，当运动到线框与载

流导线相平行的两个边距导线分别为  $r_1$  和  $r_2$  ( $r_2 > r_1$ ) 时，电压表的读数

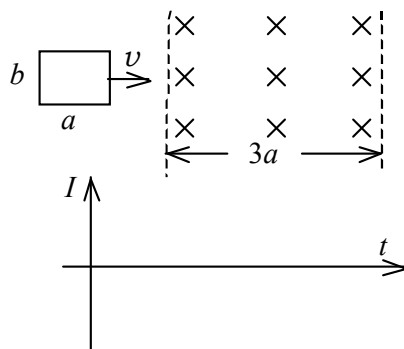
$V =$  \_\_\_\_\_，电压表的正极端为\_\_\_\_\_。



12、四根辐条的金属轮子在均匀磁场  $\vec{B}$  中转动，转轴与  $\vec{B}$  平行，轮子和辐条都是导体，辐条长为  $R$ ，轮子转速为  $n$ ，则轮子中心  $O$  与轮边缘  $b$  之间的感应电动势为\_\_\_\_\_，电势最高点是在\_\_\_\_\_处。

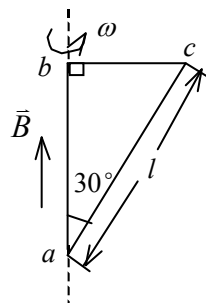


13、由导线弯成的宽为  $a$  高为  $b$  的矩形线圈，以不变速率  $v$  平行于其宽度方向从无磁场空间垂直于边界进入一宽为  $3a$  的均匀磁场中，线圈平面与磁场方向垂直(如图)，然后又从磁场中出来，继续在无磁场的空间运动。设线圈右边刚进入磁场时为  $t=0$  时刻，试在附图中画出感应电流  $I$  与时间  $t$  的函数关系曲线。线圈的电阻为  $R$ ，取线圈刚进入磁场时感应电流的方向为正向。(忽略线圈自感)

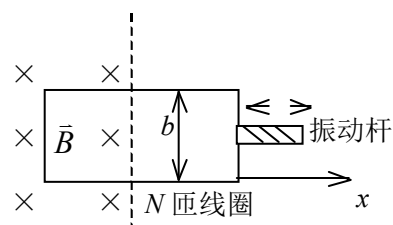


14、如图所示，一直角三角形  $abc$  回路放在一磁感强度为  $B$  的均匀磁场中，磁场的方向与直角边  $ab$  平行，回路绕  $ab$  边以匀角速度  $\omega$  旋转，则

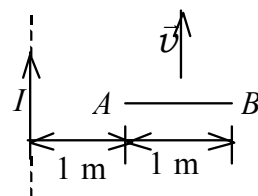
$ac$  边中的动生电动势为\_\_\_\_\_，整个回路产生的动生电动势为\_\_\_\_\_。



15、磁换能器常用来检测微小的振动。如图，在振动杆的一端固接一个  $N$  匝的矩形线圈，线圈的一部分在匀强磁场  $\vec{B}$  中，设杆的微小振动规律为  $x = A \cos \omega t$ ，线圈随杆振动时，线圈中的感应电动势为\_\_\_\_\_。

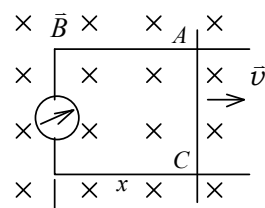


16、金属杆  $AB$  以匀速  $v=2 \text{ m/s}$  平行于长直载流导线运动，导线与  $AB$  共面且相互垂直，如图所示。已知导线载有电流  $I=40 \text{ A}$ ，则此金属杆中的感应电动势  $\mathcal{E}_i =$ \_\_\_\_\_，电势较高端为\_\_\_\_\_。(  $\ln 2 = 0.69$  )



17、在图示的电路中，导线  $AC$  在固定导线上向右匀速平移，速度  $v = 2 \text{ m/s}$ 。设  $\overline{AC} = 5 \text{ cm}$ ，均匀磁场随时间的变化率  $dB/dt = -0.1 \text{ T/s}$ ，某一时刻  $B = 0.5 \text{ T}$ ， $x = 10 \text{ cm}$ ，则这

时动生电动势的大小为\_\_\_\_\_，总感应电动势的大小为\_\_\_\_\_。以后动生电动势的大小随着  $AC$  的运动而\_\_\_\_\_。



18、半径为  $L$  的均匀导体圆盘绕通过中心  $O$  的垂直轴转动，角速度为  $\omega$ ，盘面与均匀磁场  $\vec{B}$  垂直，如图。

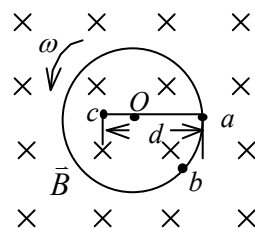
(1) 图上  $Oa$  线段中动生电动势的方向为\_\_\_\_\_。

(2) 填写下列电势差的值(设  $ca$  段长度为  $d$ ):

$$U_a - U_O = \underline{\hspace{2cm}}.$$

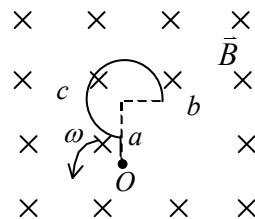
$$U_a - U_b = \underline{\hspace{2cm}}.$$

$$U_a - U_c = \underline{\hspace{2cm}}.$$



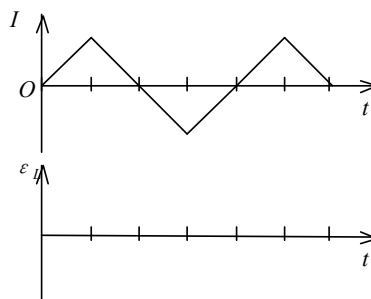
19、一导线被弯成如图所示形状， $acb$  为半径为  $R$  的四分之三圆弧，直线段  $Oa$  长为  $R$ 。若此导线放在匀强磁场  $\vec{B}$  中， $\vec{B}$  的方向垂直图面向内。导线以角速度  $\omega$  在图面内绕  $O$  点匀速转动，则此导线中的动生电动势

$\mathcal{E}_i = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电势最高的点是\_\_\_\_\_。

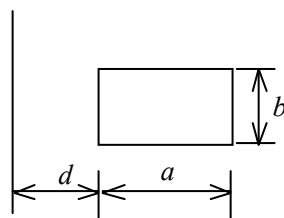


20、在自感系数  $L = 0.05 \text{ mH}$  的线圈中，流过  $I = 0.8 \text{ A}$  的电流。在切断电路后经过  $t = 100 \mu\text{s}$  的时间，电流强度近似变为零，回路中产生的平均自感电动势  $\overline{E_L} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

21、一线圈中通过的电流  $I$  随时间  $t$  变化的曲线如图所示。试定性画出自感电动势  $\mathcal{E}_L$  随时间变化的曲线。(以  $I$  的正向作为  $\mathcal{E}$  的正向)



22、一长直导线旁有一长为  $b$ ，宽为  $a$  的矩形线圈，线圈与导线共面，长度为  $b$  的边与导线平行且与直导线相距为  $d$ ，如图。线圈与导线的互感系数为\_\_\_\_\_。



23、无限长密绕直螺线管通以电流  $I$ ，内部充满均匀、各向同性的磁介质，磁导率为  $\mu$ 。管上单位长度绕有  $n$  匝导线，则管内部的磁感强度为\_\_\_\_\_，内部的磁能密度为\_\_\_\_\_。

24、真空中一根无限长直导线中通有电流  $I$ ，则距导线垂直距离为  $a$  的某点的磁能密度  $w_m =$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

25、写出麦克斯韦方程组的积分形式：

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

26、反映电磁场基本性质和规律的积分形式的麦克斯韦方程组为

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV, \quad (1)$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \quad (2)$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0, \quad (3)$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}. \quad (4)$$

试判断下列结论是包含于或等效于哪一个麦克斯韦方程式的。将你确定的方程式用代号填在相应结论后的空白处。

(1) 变化的磁场一定伴随有电场； \_\_\_\_\_

(2) 磁感线是无头无尾的； \_\_\_\_\_

(3) 电荷总伴随有电场。 \_\_\_\_\_

27、在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中，沿闭合环路  $l$  (设环路包围的面积为  $S$ )

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

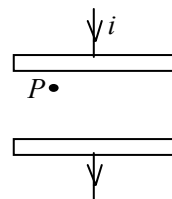
$$\oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

28、加在平行板电容器极板上的电压变化率  $1.0 \times 10^6 \text{ V/s}$ ，在电容器内产生  $1.0 \text{ A}$  的位移电流，则该电容器的电容量为 \_\_\_\_\_  $\mu\text{F}$ .

29、半径为  $r$  的两块圆板组成的平行板电容器充了电，在放电时两板间的电场强度的大小为  $E = E_0 e^{-t/RC}$ ，式中  $E_0$ 、 $R$ 、 $C$  均为常数，则两板间的位移电流的大小为 \_\_\_\_\_，其方向与场强方向 \_\_\_\_\_.

30、一平行板空气电容器的两极板都是半径为  $R$  的圆形导体片，在充电时，板间电场强度的变化率为  $dE/dt$ 。若略去边缘效应，则两板间的位移电流为\_\_\_\_\_。

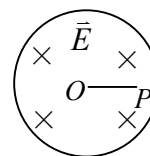
31、圆形平行板电容器，从  $q=0$  开始充电，试画出充电过程中，极板间某点  $P$  处电场强度的方向和磁场强度的方向。



32、图示为一圆柱体的横截面，圆柱体内有一均匀电场  $\vec{E}$ ，其方向垂直纸面向内， $\vec{E}$  的大小随时间  $t$  线性增加， $P$  为柱体内与轴线相距为  $r$  的一点则

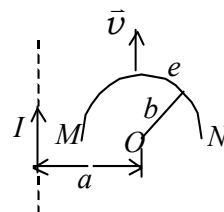
(1)  $P$  点的位移电流密度的方向为\_\_\_\_\_。

(2)  $P$  点感生磁场的方向为\_\_\_\_\_。

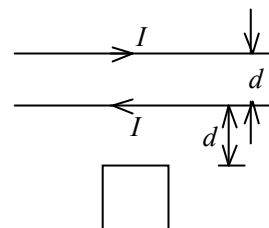


### 三. 计算题

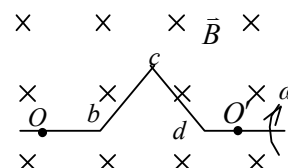
1、载有电流的  $I$  长直导线附近，放一导体半圆环  $MeN$  与长直导线共面，且端点  $MN$  的连线与长直导线垂直。半圆环的半径为  $b$ ，环心  $O$  与导线相距  $a$ 。设半圆环以速度  $\vec{v}$  平行导线平移，求半圆环内感应电动势的大小和方向以及  $MN$  两端的电压  $U_M$   $U_N$ 。



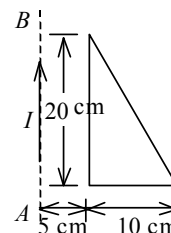
2、两根平行无限长直导线相距为  $d$ ，载有大小相等方向相反的电流  $I$ ，电流变化率  $dI/dt = \alpha > 0$ 。一个边长为  $d$  的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距  $d$ ，如图所示。求线圈中的感应电动势  $\mathcal{E}$ ，并说明线圈中的感应电流是顺时针还是逆时针方向。



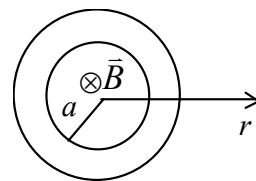
3、一导线弯成如图形状，放在均匀磁场  $\vec{B}$  中， $\vec{B}$  的方向垂直图面向里。  $\angle bcd = 60^\circ$ ， $bc = cd = a$ 。使导线绕轴  $OO'$  旋转，如图，转速为每分钟  $n$  转。计算  $\mathcal{E}_{OO'}$ 。



4、如图所示，长直导线  $AB$  中的电流  $I$  沿导线向上，并以  $dI/dt = 2 \text{ A/s}$  的变化率均匀增长。导线附近放一个与之同面的直角三角形线框，其一边与导线平行，位置及线框尺寸如图所示。求此线框中产生的感应电动势的大小和方向。 ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ )



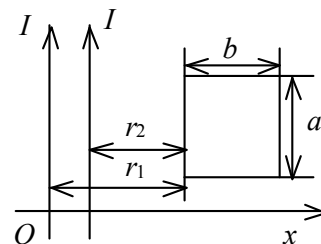
5、一长圆柱状磁场，磁场方向沿轴线并垂直图面向里，磁场大小既随到轴线的距离  $r$  成正比而变化，又随时间  $t$  作正弦变化，即  $B = B_0 r \sin \omega t$ ， $B_0$ 、 $\omega$  均为常数。若在磁场内放一半径为  $a$  的金属圆环，环心在圆柱状磁场的轴线上，求金属环中的感生电动势，并讨论其方向。



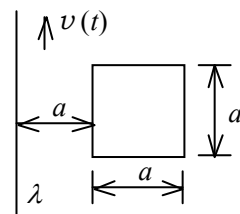
6、如图所示，两条平行长直导线和一个矩形导线框共面。且导线框的一个边与长直导线平行，他到两长直导线的距离分别为  $r_1$ 、 $r_2$ 。已知两导线中电流都为

$I = I_0 \sin \omega t$ ，其中  $I_0$  和  $\omega$  为常数， $t$  为时间。导线框长为  $a$  宽为  $b$ ，

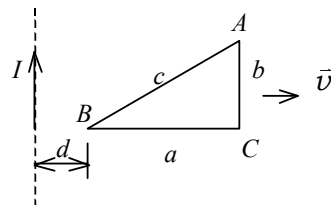
求导线框中的感应电动势。



7、如图所示，一电荷线密度为  $\lambda$  的长直带电线(与一正方形线圈共面并与其一对边平行)以变速率  $v = v(t)$  沿着其长度方向运动，正方形线圈中的总电阻为  $R$ ，求  $t$  时刻方形线圈中感应电流  $i(t)$  的大小(不计线圈自身的自感)。



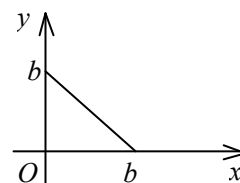
8、无限长直导线，通以恒定电流  $I$ 。有一与之共面的直角三角形线圈  $ABC$ 。已知  $AC$  边长为  $b$ ，且与长直导线平行， $BC$  边长为  $a$ 。若线圈以垂直于导线方向的速度  $\bar{v}$  向右平移，当  $B$  点与长直导线的距离为  $d$  时，求线圈  $ABC$  内的感应电动势的大小和感应电动势的方向。



8、有一三角形闭合导线，如图放置。在这三角形区域中的磁感强度为

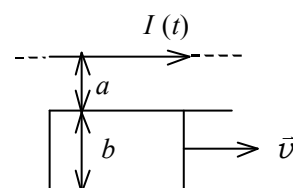
$\vec{B} = B_0 x^2 y e^{-ay} \vec{k}$ ，式中  $B_0$  和  $a$  是常量， $\vec{k}$  为  $z$  轴方向单位矢量，求

导线中的感生电动势。

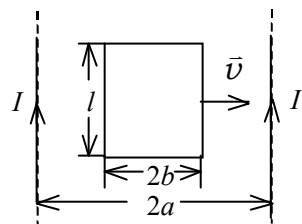


10、如图所示，真空中一长直导线通有电流  $I(t) = I_0 e^{-\lambda t}$  (式中  $I_0$ 、 $\lambda$  为常量， $t$  为时间)，有一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面，二者相距  $a$ 。矩形线框的滑动边与长直导线垂直，它的长度为  $b$ ，并且以匀速  $\bar{v}$  (方向平行长直导线) 滑动。若忽略线框中的自感电动势，并设开始时滑动边与对边重合，

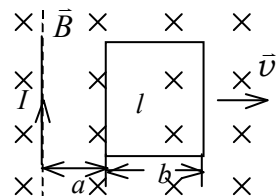
试求任意时刻  $t$  在矩形线框内的感应电动势  $\mathcal{E}_i$  并讨论  $\mathcal{E}_i$  方向。



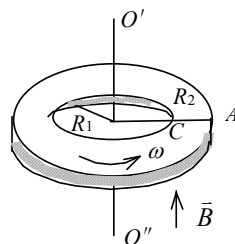
- 11、在两根平行放置相距  $2a$  的无限长直导线之间，有一与其共面的矩形线圈，线圈边长分别为  $l$  和  $2b$ ，且  $l$  边与长直导线平行。两根长直导线中通有等值同向稳恒电流  $I$ ，线圈以恒定速度  $\vec{v}$  垂直直导线向右运动(如图所示)。求：线圈运动到两导线的中心位置(即线圈的中心线与两根导线距离均为  $a$ )时，线圈中的感应电动势。



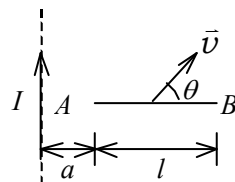
- 12、无限长直导线旁有一与其共面的矩形线圈，直导线中通有恒定电流  $I$ ，将此直导线及线圈共同置于随时间变化的而空间分布均匀的磁场  $\vec{B}$  中。设  $\frac{\partial B}{\partial t} > 0$ ，当线圈以速度  $\vec{v}$  垂直长直导线向右运动时，求线圈在如图所示位置时的感应电动势。



- 13、如图所示，有一中心挖空的水平金属圆盘，内圆半径为  $R_1$ ，外圆半径为  $R_2$ 。圆盘绕竖直中心轴  $O'O''$  以角速度  $\omega$  匀速转动。均匀磁场  $\vec{B}$  的方向为竖直向上。求圆盘的内圆边缘处  $C$  点与外圆边缘  $A$  点之间的动生电动势的大小及指向。



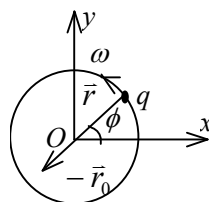
- 14、如图所示，一长直导线中通有电流  $I$ ，有一垂直于导线、长度为  $l$  的金属棒  $AB$  在包含导线的平面内，以恒定的速度  $\vec{v}$  沿与棒成  $\theta$  角的方向移动。开始时，棒的  $A$  端到导线的距离为  $a$ ，求任意时刻金属棒中的动生电动势，并指出棒哪端的电势高。



- 15、给电容为  $C$  的平行板电容器充电，电流为  $i = 0.2e^{-t} \text{ (SI)}$ ， $t = 0$  时电容器极板上无电荷。求：  
(1) 极板间电压  $U$  随时间  $t$  而变化的关系。  
(2)  $t$  时刻极板间总的位移电流  $I_d$  (忽略边缘效应)。

- 16、一球形电容器，内导体半径为  $R_1$ ，外导体半径为  $R_2$ 。两球间充有相对介电常数为  $\epsilon_r$  的介质。在电容器上加电压，内球对外球的电压为  $U = U_0 \sin \omega t$ 。假设  $\omega$  不太大，以致电容器电场分布与静态场情形近似相同，求介质中各处的位移电流密度，再计算通过半径为  $r$  ( $R_1 < r < R_2$ ) 的球面的总位移电流。

- 17、一电荷为  $q$  的点电荷，以匀角速度  $\omega$  作圆周运动，圆周的半径为  $R$ 。设  $t = 0$  时  $q$  所在点的坐标为  $x_0 = R$ ， $y_0 = 0$ ，以  $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$  分别表示  $x$  轴和  $y$  轴





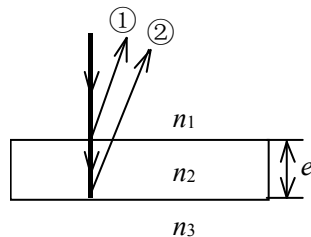
上的单位矢量，求圆心处的位移电流密度  $\vec{J}$ 。

## 第十三章 波动光学

### 一、选择题

1、如图所示，折射率为  $n_2$ 、厚度为  $e$  的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为  $n_1$  和  $n_3$ ，已知  $n_1 < n_2 < n_3$ 。若用波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上、下两表面反射的光束①与②的光程差是

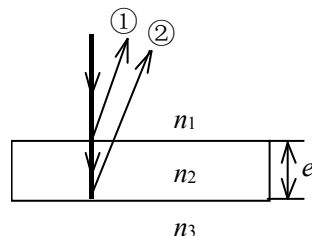
- (A)  $2n_2 e$ . (B)  $2n_2 e - \lambda / 2$ .  
(C)  $2n_2 e - \lambda$ . (D)  $2n_2 e - \lambda / (2n_2)$ .



[      ]

2、如图所示，折射率为  $n_2$ 、厚度为  $e$  的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为  $n_1$  和  $n_3$ ，已知  $n_1 < n_2 > n_3$ 。若用波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上、下两表面反射的光束(用①与②示意)的光程差是

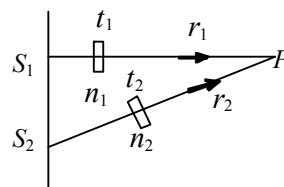
- (A)  $2n_2 e$ . (B)  $2n_2 e - \lambda / 2$ .  
(C)  $2n_2 e - \lambda$ . (D)  $2n_2 e - \lambda / (2n_2)$ .



[      ]

3、如图， $S_1$ 、 $S_2$  是两个相干光源，它们到  $P$  点的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ 。路径  $S_1P$  垂直穿过一块厚度为  $t_1$ ，折射率为  $n_1$  的介质板，路径  $S_2P$  垂直穿过厚度为  $t_2$ ，折射率为  $n_2$  的另一介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差等于

- (A)  $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$   
(B)  $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$   
(C)  $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$   
(D)  $n_2 t_2 - n_1 t_1$

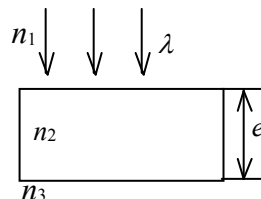


[      ]

4、如图所示，波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射在折射率为  $n_2$  的薄膜上，经上下两个表面反射的两束光发生干涉。若薄膜厚度为  $e$ ，而且  $n_1 > n_2 > n_3$ ，则两束反射光在相遇点的相位差为

- (A)  $4\pi n_2 e / \lambda$ . (B)  $2\pi n_2 e / \lambda$ .  
(C)  $(4\pi n_2 e / \lambda) + \pi$ . (D)  $(2\pi n_2 e / \lambda) - \pi$ .

[      ]



5、在双缝干涉实验中，若单色光源  $S$  到两缝  $S_1$ 、 $S_2$  距离相等，则观察屏上中央明条纹位于图中  $O$  处。现将光源  $S$  向下移动到示意图中的  $S'$  位置，则

- (A) 中央明条纹也向下移动，且条纹间距不变。  
(B) 中央明条纹向上移动，且条纹间距不变。  
(C) 中央明条纹向下移动，且条纹间距增大。  
(D) 中央明条纹向上移动，且条纹间距增大。

[      ]

6、用白光光源进行双缝实验，若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝，用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝，则

- (A) 干涉条纹的宽度将发生改变.
- (B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹.
- (C) 干涉条纹的亮度将发生改变.
- (D) 不产生干涉条纹.

[       ]

7、在双缝干涉实验中，两条缝的宽度原来是相等的. 若其中一缝的宽度略变窄(缝中心位置不变)，则

- (A) 干涉条纹的间距变宽.
- (B) 干涉条纹的间距变窄.
- (C) 干涉条纹的间距不变，但原极小处的强度不再为零.
- (D) 不再发生干涉现象.

[       ]

8、在双缝干涉实验中，入射光的波长为 $\lambda$ ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大  $2.5\lambda$ ，则屏上原来的明纹处

- (A) 仍为明条纹;
- (B) 变为暗条纹;
- (C) 既非明纹也非暗纹;
- (D) 无法确定是明纹，还是暗纹.

[       ]

9、一束波长为 $\lambda$ 的单色光由空气垂直入射到折射率为  $n$  的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜最小的厚度为

- (A)  $\lambda/4$  .
- (B)  $\lambda/(4n)$ .
- (C)  $\lambda/2$  .
- (D)  $\lambda/(2n)$ .

[       ]

10、把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置. 当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环

- (A) 向中心收缩，条纹间隔变小.
- (B) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化.
- (C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化.
- (D) 向外扩张，条纹间隔变大.

[       ]

11、两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射. 若上面的平玻璃以棱边为轴，沿逆时针方向作微小转动，则干涉条纹的

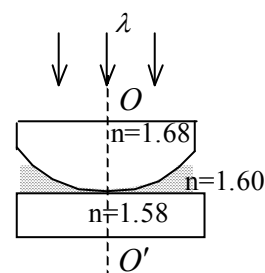
- (A) 间隔变小，并向棱边方向平移.
- (B) 间隔变大，并向远离棱边方向平移.
- (C) 间隔不变，向棱边方向平移.
- (D) 间隔变小，并向远离棱边方向平移.

[       ]

12、如图所示，平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置，全部浸入  $n=1.60$  的液体中，凸透镜可沿  $OO'$  移动，用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )的单色光垂直入射. 从上向下观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 78.1 nm
- (B) 74.4 nm
- (C) 156.3 nm
- (D) 148.8 nm
- (E) 0

[       ]



13、如图 *a* 所示，一光学平板玻璃 *A* 与待测工件 *B* 之间形成空气劈尖，用波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射。看到的反射光的干涉条纹如图 *b* 所示。有些条纹弯曲部分的顶点恰好与其右边条纹的直线部分的连线相切。则工件的上表面缺陷是

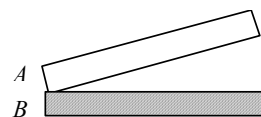


图 *a*

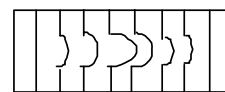


图 *b*

- (A) 不平处为凸起纹，最大高度为  $500 \text{ nm}$ .
- (B) 不平处为凸起纹，最大高度为  $250 \text{ nm}$ .
- (C) 不平处为凹槽，最大深度为  $500 \text{ nm}$ .
- (D) 不平处为凹槽，最大深度为  $250 \text{ nm}$ .

[      ]

14、两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射。若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹

- (A) 向棱边方向平移，条纹间隔变小.
- (B) 向棱边方向平移，条纹间隔变大.
- (C) 向棱边方向平移，条纹间隔不变.
- (D) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔不变.
- (E) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔变小.

[      ]

15、如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为  $L$ ，夹在两块平晶的中间，形成空气劈形膜，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹。如果滚柱之间的距离  $L$  变小，则在  $L$  范围内干涉条纹的

- (A) 数目减少，间距变大.
- (B) 数目不变，间距变小.
- (C) 数目增加，间距变小.
- (D) 数目减少，间距不变.

[      ]

16、在迈克耳孙干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为  $n$  的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长  $\lambda$ ，则薄膜的厚度是

- (A)  $\lambda / 2$ .
- (B)  $\lambda / (2n)$ .
- (C)  $\lambda / n$ .
- (D)  $\frac{\lambda}{2(n-1)}$ .

[      ]

17、在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小。若使单缝宽度  $a$  变为原来的  $3/2$ ，同时使入射的单色光的波长  $\lambda$  变为原来的  $3/4$ ，则屏幕 *C* 上单缝衍射条纹中央明纹的宽度  $\Delta x$  将变为原来的

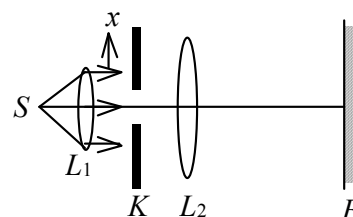
- (A)  $3/4$  倍.
- (B)  $2/3$  倍.
- (C)  $9/8$  倍.
- (D)  $1/2$  倍.
- (E) 2 倍.

[      ]

18、在如图所示的单缝的夫琅禾费衍射实验中，将单缝 *K* 沿垂直于光的入射方向(沿图中的 *x* 方向)稍微平移，则

- (A) 衍射条纹移动，条纹宽度不变.
- (B) 衍射条纹移动，条纹宽度变动.
- (C) 衍射条纹中心不动，条纹变宽.
- (D) 衍射条纹不动，条纹宽度不变.
- (E) 衍射条纹中心不动，条纹变窄.

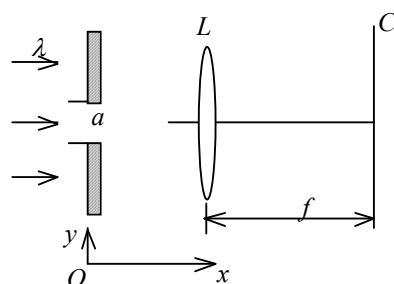
[      ]



19、在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，将单缝宽度 $a$ 稍稍变宽，同时使单缝沿 $y$ 轴正方向作微小平移(透镜屏幕位置不动)，则屏幕 $C$ 上的中央衍射条纹将

- (A) 变窄，同时向上移；
- (B) 变窄，同时向下移；
- (C) 变窄，不移动；
- (D) 变宽，同时向上移；
- (E) 变宽，不移。

[       ]



20、波长 $\lambda=500\text{nm}$ ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ )的单色光垂直照射到宽度 $a=0.25\text{mm}$ 的单缝上，单缝后面放置一凸透镜，在凸透镜的焦平面上放置一屏幕，用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $d=12\text{mm}$ ，则凸透镜的焦距 $f$ 为

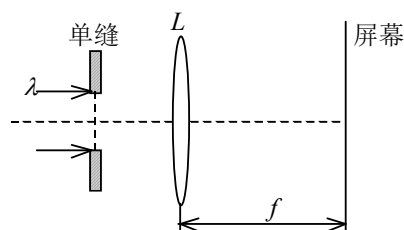
- (A) 2 m.
- (B) 1 m.
- (C) 0.5 m.
- (D) 0.2 m.
- (E) 0.1 m.

[       ]

21、在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大。
- (B) 间距变小。
- (C) 不发生变化。
- (D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化。

[       ]



22、对某一定波长的垂直入射光，衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大，欲使屏幕上出现更高级次的主极大，应该

- (A) 换一个光栅常数较小的光栅。
- (B) 换一个光栅常数较大的光栅。
- (C) 将光栅向靠近屏幕的方向移动。
- (D) 将光栅向远离屏幕的方向移动。

[       ]

23、测量单色光的波长时，下列方法中哪一种方法最为准确？

- (A) 双缝干涉。
- (B) 牛顿环。
- (C) 单缝衍射。
- (D) 光栅衍射。

[       ]

24、在光栅光谱中，假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上，因而实际上不出现，那么此光栅每个透光缝宽度 $a$ 和相邻两缝间不透光部分宽度 $b$ 的关系为

- (A)  $a=\frac{1}{2}b$ .
- (B)  $a=b$ .
- (C)  $a=2b$ .
- (D)  $a=3b$ .

[       ]

25、某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1=450\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=750\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )的光谱线. 在光栅光谱中, 这两种波长的谱线有重叠现象, 重叠处 $\lambda_2$ 的谱线的级数将是

- (A) 2, 3, 4, 5 .....
- (B) 2, 5, 8, 11.....
- (C) 2, 4, 6, 8 .....
- (D) 3, 6, 9, 12.....

[       ]

26、设光栅平面、透镜均与屏幕平行. 则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时, 能观察到的光谱线的最高级次  $k$

- (A) 变小.                      (B) 变大.
- (C) 不变.                      (D) 的改变无法确定.

[       ]

27、在双缝干涉实验中, 用单色自然光, 在屏上形成干涉条纹. 若在两缝后放一个偏振片, 则

- (A) 干涉条纹的间距不变, 但明纹的亮度加强.
- (B) 干涉条纹的间距不变, 但明纹的亮度减弱.
- (C) 干涉条纹的间距变窄, 且明纹的亮度减弱.
- (D) 无干涉条纹.

[       ]

28、两偏振片堆叠在一起, 一束自然光垂直入射其上时没有光线通过. 当其中一偏振片慢慢转动  $180^\circ$  时透射光强度发生的变化为:

- (A) 光强单调增加.
- (B) 光强先增加, 后又减小至零.
- (C) 光强先增加, 后减小, 再增加.
- (D) 光强先增加, 然后减小, 再增加, 再减小至零.

[       ]

29、一束光强为  $I_0$  的自然光, 相继通过三个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  后, 出射光的光强为  $I=I_0/8$ . 已知  $P_1$  和  $P_2$  的偏振化方向相互垂直, 若以入射光线为轴, 旋转  $P_2$ , 要使出射光的光强为零,  $P_2$  最少要转过的角度是

- (A)  $30^\circ$  .    (B)  $45^\circ$  .
- (C)  $60^\circ$  .    (D)  $90^\circ$  .

[       ]

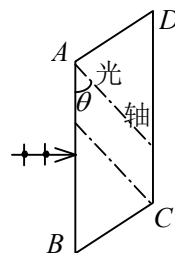
30、一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片. 若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A)  $1/2$ .    (B)  $1/3$ .
- (C)  $1/4$ .    (D)  $1/5$ .

[       ]

31、ABCD 为一方解石的一个截面，AB 为垂直于纸面的晶体平面与纸面的交线。光轴方向在纸面内且与 AB 成一锐角，如图所示。一束平行的单色自然光垂直于 AB 端面入射。在方解石内折射光分解为 o 光和 e 光，o 光和 e 光的

- (A) 传播方向相同，电场强度的振动方向互相垂直。
- (B) 传播方向相同，电场强度的振动方向不互相垂直。
- (C) 传播方向不同，电场强度的振动方向互相垂直。
- (D) 传播方向不同，电场强度的振动方向不互相垂直。

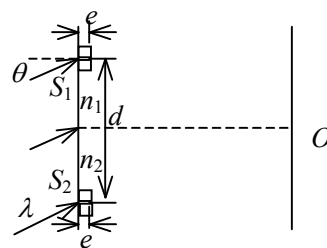


[       ]

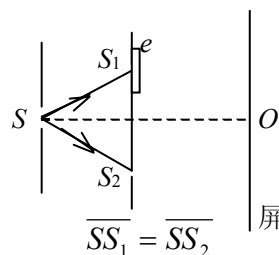
## 二、填空题

1、如图所示，双缝干涉实验装置中两个缝用厚度均为  $e$ ，折射率分别为  $n_1$  和  $n_2$  的透明介质膜覆盖( $n_1 > n_2$ )。波长为  $\lambda$  的平行单色光斜入射到双缝上，入射角为  $\theta$ ，双缝间距为  $d$ ，在屏幕中央  $O$  处( $\overline{S_1O} = \overline{S_2O}$ )，

两束相干光的相位差  $\Delta\phi =$  \_\_\_\_\_。

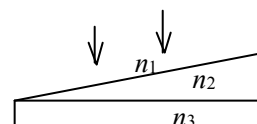


2、如图，在双缝干涉实验中，若把一厚度为  $e$ 、折射率为  $n$  的薄云母片覆盖在  $S_1$  缝上，中央明条纹将向 \_\_\_\_\_ 移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明纹  $O$  处的光程差为 \_\_\_\_\_。



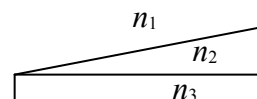
3、用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射折射率为  $n_2$  的劈形膜(如图)图中各部分折射率的关系是  $n_1 < n_2 < n_3$ 。观察反射光的干涉条纹，从劈形膜顶开始向右

数第 5 条暗条纹中心所对应的厚度  $e =$  \_\_\_\_\_。

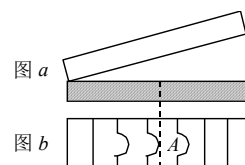


4、波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射如图所示的、折射率为  $n_2$  的劈形膜( $n_1 > n_2$ ， $n_3 > n_2$ )，观察反射光干涉。从劈形膜顶开始，第 2 条明条纹对应

的膜厚度  $e =$  \_\_\_\_\_。

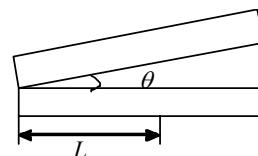


5、图 a 为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触，构成的空气劈尖，用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射。看到反射光干涉条纹(实线为暗条纹)如图 b 所示。则干涉条纹上 A 点处所对应的空气薄膜厚度为  $e =$  \_\_\_\_\_。



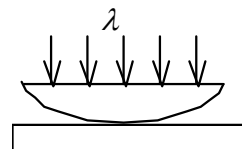
6、用波长为 $\lambda$ 的单色光垂直照射到空气劈形膜上，从反射光中观察干涉条纹，距顶点为 $L$ 处是暗条纹。使劈尖角 $\theta$ 连续变大，直到该点处再次出现暗

条纹为止。劈尖角的改变量 $\Delta\theta$ 是\_\_\_\_\_。



7、用波长为 $\lambda$ 的单色光垂直照射如图所示的牛顿环装置，观察从空气膜上下表面反射的光形成的牛顿环。若使平凸透镜慢慢地垂直向上移动，从透镜顶点与平面玻璃接触到两者距离为 $d$ 的移动过程中，移过视场中某固定观察点的条纹

数目等于\_\_\_\_\_。



8、用迈克耳孙干涉仪测微小的位移。若入射光波波长 $\lambda=628.9\text{ nm}$ ，当动臂反射镜移动时，干涉条纹移动了 2048 条，反射镜移动的距离  $d=$ \_\_\_\_\_。

9、惠更斯引入\_\_\_\_\_的概念提出了惠更斯原理，菲涅耳再用\_\_\_\_\_的思想补充了惠更斯原理，发展成了惠更斯—菲涅耳原理。

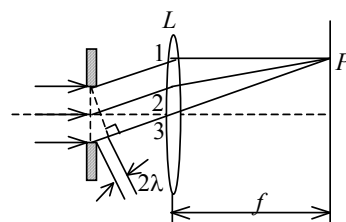
10、用半波带法讨论单缝衍射暗条纹中心的条件时，与中央明条纹旁第二个暗条纹中心相对应的半波带的数目是\_\_\_\_\_。

11、在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为\_\_\_\_\_

个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是\_\_\_\_\_纹。

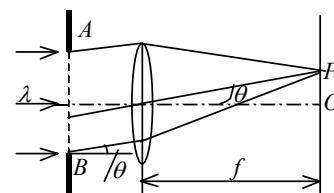
12、在单缝夫琅禾费衍射示意图中，所画出的各条正入射光线间距相等，那么光线 1 与 2 在幕上  $P$  点上相遇时的相位差为

\_\_\_\_\_， $P$  点应为\_\_\_\_\_点。



13、波长为 $\lambda=480.0\text{ nm}$ 的平行光垂直照射到宽度为 $a=0.40\text{ mm}$ 的单缝上，单缝后透镜的焦距为 $f=60\text{ cm}$ ，当单缝两边缘点  $A$ 、 $B$  射向  $P$  点的两条光线在  $P$  点的相位差为 $\pi$ 时， $P$  点离透镜焦点  $O$  的距离

等于\_\_\_\_\_。





14、一束单色光垂直入射在光栅上，衍射光谱中共出现 5 条明纹。若已知此光栅缝宽度与不透明部分宽度相等，那么在中央明纹一侧的两条明纹分别是第\_\_\_\_\_级和第\_\_\_\_\_级谱线。

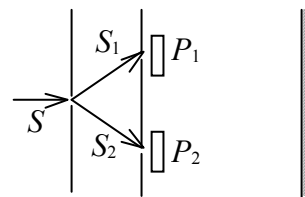
15、用波长为 $\lambda$ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上，其光栅常数  $d=3\text{ }\mu\text{m}$ ，缝宽  $a=1\text{ }\mu\text{m}$ ，则在单缝衍射的中央明条纹中共有\_\_\_\_\_条谱线(主极大)。

16、一束光垂直入射在偏振片 $P$ 上，以入射光线为轴转动 $P$ ，观察通过 $P$ 的光强的变化过程。若入射光是\_\_\_\_\_光，则将看到光强不变；若入射光是\_\_\_\_\_，则将看到明暗

交替变化，有时出现全暗；若入射光是\_\_\_\_\_，则将看到明暗交替变化，但不出现全暗。

17、要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 $90^\circ$ ，至少需要让这束光通过\_\_\_\_\_块理想偏振片。在此情况下，透射光强最大是原来光强的\_\_\_\_\_倍。

18、如图所示的杨氏双缝干涉装置，若用单色自然光照射狭缝 $S$ ，在屏幕上能看到干涉条纹。若在双缝 $S_1$ 和 $S_2$ 的一侧分别加一同质同厚的偏振片 $P_1$ 、 $P_2$ ，则当 $P_1$ 与 $P_2$ 的偏振化方向相互\_\_\_\_\_时，在屏幕上仍能看到很清晰的干涉条纹。



19、假设某一介质对于空气的临界角是 $45^\circ$ ，则光从空气射向此介质时的布儒斯特角是\_\_\_\_\_。

20、光的干涉和衍射现象反映了光的\_\_\_\_\_性质。光的偏振现象说明光波是\_\_\_\_\_波。

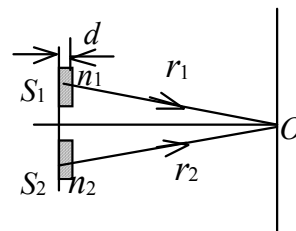
### 三、计算题

1、在杨氏双缝实验中，设两缝之间的距离为  $0.2\text{ mm}$ 。在距双缝  $1\text{ m}$  远的屏上观察干涉条纹，若入射光是波长为  $400\text{ nm}$  至  $760\text{ nm}$  的白光，问屏上离零级明纹  $20\text{ mm}$  处，哪些波长的光最大限度地加强？( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )

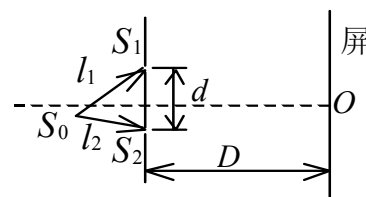
2、薄钢片上有两条紧靠的平行细缝，用波长 $\lambda=546.1\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )的平面光波正入射到钢片上。屏幕距双缝的距离为 $D=2.00\text{ m}$ ，测得中央明条纹两侧的第五级明条纹间的距离为 $\Delta x=12.0\text{ mm}$ 。

- (1) 求两缝间的距离。
- (2) 从任一明条纹(记作0)向一边数到第20条明条纹，共经过多大距离？
- (3) 如果使光波斜入射到钢片上，条纹间距将如何改变？

3、在图示的双缝干涉实验中，若用薄玻璃片(折射率 $n_1=1.4$ )覆盖缝 $S_1$ ，用同样厚度的玻璃片(但折射率 $n_2=1.7$ )覆盖缝 $S_2$ ，将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 $O$ 变为第五级明纹。设单色光波长 $\lambda=480\text{ nm}$ ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )，求玻璃片的厚度 $d$ (可认为光线垂直穿过玻璃片)。



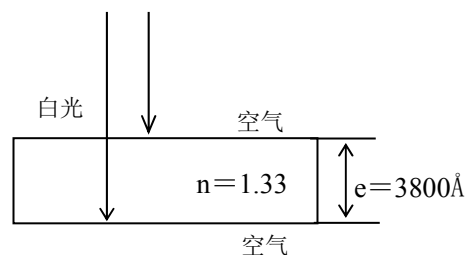
4、在双缝干涉实验中，单色光源 $S_0$ 到两缝 $S_1$ 和 $S_2$ 的距离分别为 $l_1$ 和 $l_2$ ，并且 $l_1-l_2=3\lambda$ ， $\lambda$ 为入射光的波长，双缝之间的距离为 $d$ ，双缝到屏幕的距离为 $D$ ( $D \gg d$ )，如图。求：



- (1) 零级明纹到屏幕中央 $O$ 点的距离。
- (2) 相邻明条纹间的距离。

5、白色平行光垂直入射到间距为 $a=0.25\text{ mm}$ 的双缝上，距 $D=50\text{ cm}$ 处放置屏幕，分别求第一级和第五级明纹彩色带的宽度。(设白光的波长范围是从 $400\text{ nm}$ 到 $760\text{ nm}$ 。这里说的“彩色带宽度”指两个极端波长的同级明纹中心之间的距离。)( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )

6、白光垂直照射到空气中一厚度为 $e=3800\text{ \AA}$ 的肥皂膜上，肥皂膜的折射率 $n=1.33$ ，在可见光的范围内( $4000\text{ \AA}$ —— $7600\text{ \AA}$ )，哪些波长的光在反射中增强？



7、一束具有两种波长 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长 $\lambda_1$ 的第三级主极大衍射角和 $\lambda_2$ 的第四级主极大衍射角均为 $30^\circ$ 。已知 $\lambda_1=560\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )，试求：

- (1) 光栅常数 $a+b$
- (2) 波长 $\lambda_2$

8、用一束具有两种波长的平行光垂直入射在光栅上， $\lambda_1=600\text{ nm}$ ， $\lambda_2=400\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )，发现距中央明纹 $5\text{ cm}$ 处 $\lambda_1$ 光的第 $k$ 级主极大和 $\lambda_2$ 光的第 $(k+1)$ 级主极大相重合，放置在光栅与屏之间的透镜的焦距 $f=50\text{ cm}$ ，试问：

- (1) 上述 $k=?$
- (2) 光栅常数 $d=?$

9、一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为  $a=2\times 10^{-3}\text{ cm}$ ，在光栅后放一焦距  $f=1\text{ m}$  的凸透镜，现以  $\lambda=600\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ ) 的单色平行光垂直照射光栅，求：

- (1) 透光缝  $a$  的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？
- (2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

10、在某个单缝衍射实验中，光源发出的光含有两种波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ，垂直入射于单缝上．假如  $\lambda_1$  的第一级衍射极小与  $\lambda_2$  的第二级衍射极小相重合，试问

- (1) 这两种波长之间有何关系？
- (2) 在这两种波长的光所形成的衍射图样中，是否还有其他极小相重合？

11、某种单色光垂直入射到每厘米有 8000 条刻线的光栅上，如果第一级谱线的衍射角为  $30^\circ$  那么入射光的波长是多少？能不能观察到第二级谱线？

12、以波长  $400\text{ nm}—760\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ ) 的白光垂直照射在光栅上，在它的衍射光谱中，第二级和第三级发生重叠，求第二级光谱被重叠的波长范围．

13、一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光， $\lambda_1=440\text{ nm}$ ， $\lambda_2=660\text{ nm}$  ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )．实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角  $\varphi=60^\circ$  的方向上．求此光栅的光栅常数  $d$ ．

14、用钠光( $\lambda=589.3\text{ nm}$ )垂直照射到某光栅上，测得第三级光谱的衍射角为  $60^\circ$ ．

- (1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为  $30^\circ$ ，求后一光源发光的波长．
- (2) 若以白光( $400\text{ nm}—760\text{ nm}$ ) 照射在该光栅上，求其第二级光谱的张角．  
( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )

15、三个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  顺序叠在一起， $P_1$ 、 $P_3$  的偏振化方向保持相互垂直， $P_1$  与  $P_2$  的偏振化方向的夹角为  $\alpha$ ， $P_2$  可以入射光线为轴转动．今以强度为  $I_0$  的单色自然光垂直入射在偏振片上．不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收．

- (1) 求穿过三个偏振片后的透射光强度  $I$  与  $\alpha$  角的函数关系式；
- (2) 试定性画出在  $P_2$  转动一周的过程中透射光强  $I$  随  $\alpha$  角变化的函数曲线．

16、两个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$  叠在一起，由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上，进行了两次测量．第一次和第二次  $P_1$  和  $P_2$  偏振化方向的夹角分别为  $30^\circ$  和未知的  $q$ ，且入射光中线偏振光的光矢量振动方向与  $P_1$  的偏振化方向夹角分别为  $45^\circ$  和  $30^\circ$ ．不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收．已知第一次透射光强为第二次的  $3/4$ ，求

- (1)  $q$  角的数值；
- (2) 每次穿过  $P_1$  的透射光强与入射光强之比；
- (3) 每次连续穿过  $P_1$ ， $P_2$  的透射光强与入射光强之比．

17、一束光强为  $I_0$  的自然光垂直入射在三个叠在一起的偏振片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  上，已知  $P_1$  与  $P_3$  的偏振化方向相互垂直．

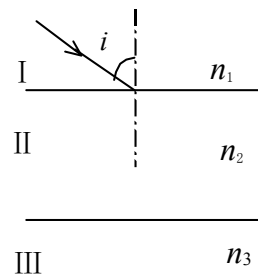
- (1) 求  $P_2$  与  $P_3$  的偏振化方向之间夹角为多大时，穿过第三个偏振片的透射光强为  $I_0/8$ ；

- (2) 若以入射光方向为轴转动 $P_2$ ，当 $P_2$ 转过多大角度时，穿过第三个偏振片的透射光强由原来的 $I_0/8$  单调减小到 $I_0/16$ ？此时 $P_2$ 、 $P_1$ 的偏振化方向之间的夹角多大？

18、如图安排的三种透光媒质 I、II、III，其折射率分别为  $n_1=1.33$ ， $n_2=1.50$ ， $n_3=1$ ．两个界面相互平行．一束自然光自媒质 I 中入射 到 I 与 II 的交界面上，若反射光为线偏振光，

(1) 求入射角  $i$ ．

(2) 媒质 II、III 界面上的反射光是不是线偏振光？为什么？



## 第十四章 狭义相对论

### 一、 选择题

1、 关于同时性的以下结论中，正确的是

- (A) 在一惯性系同时发生的两个事件，在另一惯性系一定不同时发生.
- (B) 在一惯性系不同地点同时发生的两个事件，在另一惯性系一定同时发生.
- (C) 在一惯性系同一地点同时发生的两个事件，在另一惯性系一定同时发生.
- (D) 在一惯性系不同地点不同时发生的两个事件，在另一惯性系一定不同时发生.

[       ]

2、在狭义相对论中，下列说法中哪些是正确的？

- (1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速.
- (2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的.
- (3) 在一惯性系中发生于同一时刻，不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的.
- (4) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时，会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些.

- (A) (1), (3), (4).        (B) (1), (2), (4).
- (C) (1), (2), (3).        (D) (2), (3), (4).

[       ]

3、 一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行. 如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年，则他所乘的火箭相对于地球的速度应是：( $c$  表示真空中光速)

- (A)  $v = (1/2) c$ .        (B)  $v = (3/5) c$ .
- (C)  $v = (4/5) c$ .        (D)  $v = (9/10) c$ .

[       ]

4、一宇宙飞船相对于地球以  $0.8c$  ( $c$  表示真空中光速) 的速度飞行. 现在一光脉冲从船尾传到船头，已知飞船上的观察者测得飞船长为 90 m，则地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为

- (A) 270 m .                      (B) 150 m .
- (C) 90m .                        (D) 54 m .

[       ]

5、 $\alpha$  粒子在加速器中被加速，当其质量为静止质量的 3 倍时，其动能为静止能量的

- (A) 2 倍.        (B) 3 倍.        (C) 4 倍.        (D) 5 倍.

[       ]

6、把一个静止质量为  $m_0$  的粒子，由静止加速到  $v = 0.6c$  ( $c$  为真空中光速) 需作的功等于

- (A)  $0.18m_0c^2$ .                      (B)  $0.25 m_0c^2$ .
- (C)  $0.36m_0c^2$ .                      (D)  $1.25 m_0c^2$ .

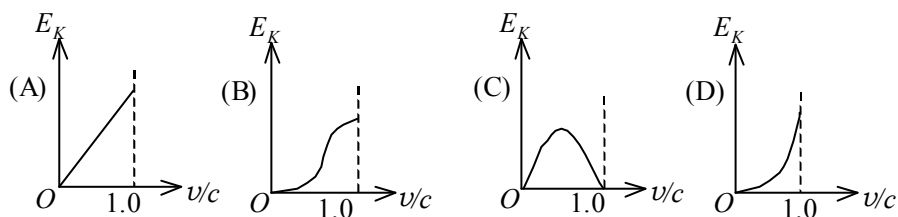
[       ]

7、 已知电子的静能为 0.51 MeV，若电子的动能为 0.25 MeV，则它所增加的质量  $\Delta m$  与静止质量  $m$  的比值近似为

- (A) 0.1 .        (B) 0.2 .        (C) 0.5 .        (D) 0.9 .

[       ]

8、令电子的速率为  $v$ ，则电子的动能  $E_k$  对于比值  $v/c$  的图线可用下列图中哪一个图表示？（ $c$  表示真空中光速）



9、在惯性参考系  $S$  中，有两个静止质量都是  $m$  的粒子  $A$  和  $B$ ，分别以速度  $v$  沿同一直线相向运动，相碰后合在一起成为一个粒子，则合成粒子静止质量  $M$  的值为（ $c$  表示真空中光速）

- (A)  $2m$ . (B)  $2m\sqrt{1-(v/c)^2}$ .  
(C)  $\frac{m_0}{2}\sqrt{1-(v/c)^2}$ . (D)  $\frac{2m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ .

## 二、填空题

1. 已知惯性系  $S'$  相对于惯性系  $S$  系以  $0.5c$  的匀速度沿  $x$  轴的负方向运动，若从  $S'$  系的坐标原点  $O'$  沿  $x$  轴正方向发出一光波，则  $S$  系中测得此光波在真空中的波速为\_\_\_\_\_.

2. 当惯性系  $S$  和  $S'$  的坐标原点  $O$  和  $O'$  重合时，有一点光源从坐标原点发出一光脉冲，在  $S$  系中经过一段时间  $t$  后（在  $S'$  系中经过时间  $t'$ ），此光脉冲的球面方程（用直角坐标系）分别为：

$S$  系\_\_\_\_\_；

$S'$  系\_\_\_\_\_.

3. 静止时边长为  $50\text{ cm}$  的立方体，当它沿着与它的一个棱边平行的方向相对于地面以匀速度

$2.4 \times 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  运动时，在地面上测得它的体积是\_\_\_\_\_.

4. 两个惯性系中的观察者  $O$  和  $O'$  以  $0.6c$  ( $c$  表示真空中光速) 的相对速度互相接近. 如果  $O$  测得

两者的初始距离是  $20\text{ m}$ ，则  $O'$  测得两者经过时间  $t' = \underline{\hspace{2cm}}$  s 后相遇.

5. 在  $S$  系中的  $x$  轴上相隔为  $x$  处有两只同步的钟  $A$  和  $B$ ，读数相同. 在  $S'$  系的  $x'$  轴上也有一只同样的钟  $A'$ ，设  $S'$  系相对于  $S$  系的运动速度为  $v$ ，沿  $x$  轴方向，且当  $A'$  与  $A$  相遇时，刚好两钟

的读数均为零. 那么，当  $A'$  钟与  $B$  钟相遇时，在  $S$  系中  $B$  钟的读数是\_\_\_\_\_；此时在  $S'$  系中

$A'$  钟的读数是\_\_\_\_\_.

6. 某加速器将电子加速到能量  $E = 2 \times 10^6\text{ eV}$  时，该电子的动能  $E_k = \underline{\hspace{2cm}}\text{ eV}$ .

(电子的静止质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$ ,  $1\text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{ J}$ )

7. (1) 在速度  $v =$  \_\_\_\_\_ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍.
- (2) 在速度  $v =$  \_\_\_\_\_ 情况下粒子的动能等于它的静止能量.
8. 观察者甲以  $0.8c$  的速度 ( $c$  为真空中光速) 相对于静止的观察者乙运动, 若甲携带一质量为  $1\text{ kg}$  的物体, 则
- (1) 甲测得此物体的总能量为 \_\_\_\_\_;
- (2) 乙测得此物体的总能量为 \_\_\_\_\_.
9. 已知一静止质量为  $m_0$  的粒子, 其固有寿命为实验室测量到的寿命的  $1/n$ , 则此粒子的动能是 \_\_\_\_\_.
10. 匀质细棒静止时的质量为  $m_0$ , 长度为  $l_0$ , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为  $l$ , 那么, 该棒的运动速度  $v =$  \_\_\_\_\_,
- 该棒所具有的动能  $E_k =$  \_\_\_\_\_.
11. 一电子以  $0.99c$  的速率运动 (电子静止质量为  $9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$ , 则电子的总能量是 \_\_\_\_\_ J,
- 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是 \_\_\_\_\_.

### 三、计算题

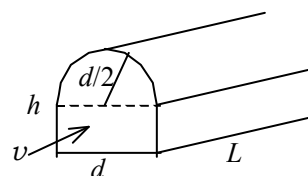
1. 观测者甲和乙分别静止于两个惯性参照系  $K$  和  $K'$  中, 甲测得在同一地点发生的两个事件的时间间隔为  $4\text{ s}$ , 而乙测得这两个事件的时间间隔为  $5\text{ s}$ , 求:
- (1)  $K'$  相对于  $K$  的运动速度.
- (2) 乙测得这两个事件发生的地点的距离.
2. 观察者甲和乙分别静止于两个惯性系  $K$  和  $K'$  中 ( $K'$  系相对于  $K$  系作平行于  $x$  轴的匀速运动). 甲测得在  $x$  轴上两点发生的两个事件的空间间隔和时间间隔分别为  $500\text{ m}$  和  $2 \times 10^{-7}\text{ s}$ , 而乙测得这两个事件是同时发生的. 问:  $K'$  系相对于  $K$  系以多大速度运动?
3. 一艘宇宙飞船的船身固有长度为  $L_0 = 90\text{ m}$ , 相对于地面以  $v = 0.8c$  ( $c$  为真空中光速) 的匀速度在地面观测站的上空飞过.
- (1) 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔是多少?
- (2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是多少?
4. 在  $K$  惯性系中观测到相距  $\Delta x = 9 \times 10^8\text{ m}$  的两地点相隔  $\Delta t = 5\text{ s}$  发生两事件, 而在相对于  $K$  系沿  $x$  方向以匀速度运动的  $K'$  系中发现此两事件恰好发生在同一地点. 试求在  $K'$  系中此两事件的时间间隔.

5. 设有宇宙飞船  $A$  和  $B$ , 固有长度均为  $l_0 = 100 \text{ m}$ , 沿同一方向匀速飞行, 在飞船  $B$  上观测到飞船  $A$  的船头、船尾经过飞船  $B$  船头的的时间间隔为  $t = (5/3) \times 10^{-7} \text{ s}$ , 求飞船  $B$  相对于飞船  $A$  的速度的大小.

6. 一隧道长为  $L$ , 宽为  $d$ , 高为  $h$ , 拱顶为半圆, 如图. 设想一列车以极高的速度  $v$  沿隧道长度方向通过隧道, 若从列车上观测,

(1) 隧道的尺寸如何?

(2) 设列车的长度为  $l_0$ , 它全部通过隧道的时间是多少?



7. 已知  $\mu$  子的静止能量为  $105.7 \text{ MeV}$ , 平均寿命为  $2.2 \times 10^{-8} \text{ s}$ . 试求动能为  $150 \text{ MeV}$  的  $\mu$  子的速度  $v$  是多少? 平均寿命  $\tau$  是多少?

8. 要使电子的速度从  $v_1 = 1.2 \times 10^8 \text{ m/s}$  增加到  $v_2 = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$  必须对它作多少功? (电子静止质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

9. 由于相对论效应, 如果粒子的能量增加, 粒子在磁场中的回旋周期将随能量的增加而增大, 计算动能为  $10^4 \text{ MeV}$  的质子在磁感强度为  $1 \text{ T}$  的磁场中的回旋周期.

(质子的静止质量为  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )



## 第十五章 量子物理基础

### 一、选择题

- 康普顿效应的主要特点是  
(A) 散射光的波长均比入射光的波长短, 且随散射角增大而减小, 但与散射体的性质无关.  
(B) 散射光的波长均与入射光的波长相同, 与散射角、散射体性质无关.  
(C) 散射光中既有与入射光波长相同的, 也有比入射光波长长的和比入射光波长短的. 这与散射体性质有关.  
(D) 散射光中有些波长比入射光的波长长, 且随散射角增大而增大, 有些散射光波长与入射光波长相同. 这都与散射体的性质无关.  
[ ]
- 在康普顿效应实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍, 则散射光光子能量  $\varepsilon$  与反冲电子动能  $E_K$  之比  $\varepsilon/E_K$  为  
(A) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5.  
[ ]
- 设用频率为  $\nu_1$  和  $\nu_2$  的两种单色光, 先后照射同一种金属均能产生光电效应. 已知金属的红限频率为  $\nu_0$ , 测得两次照射时的遏止电压  $|U_{a2}| = 2|U_{a1}|$ , 则这两种单色光的频率有如下关系:  
(A)  $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$ . (B)  $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$ .  
(C)  $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$ . (D)  $\nu_2 = \nu_1 - 2\nu_0$ .  
[ ]
- 某金属产生光电效应的红限波长为  $\lambda_0$ , 今以波长为  $\lambda$  ( $\lambda < \lambda_0$ ) 的单色光照射该金属, 金属释放出的电子(质量为  $m_e$ )的动量大小为  
(A)  $h/\lambda$ . (B)  $h/\lambda_0$ .  
(C)  $\sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 + \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$  (D)  $\sqrt{\frac{2m_e hc}{\lambda_0}}$   
(E)  $\sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$  [ ]
- 光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线, 入射到某种物质上而发生康普顿散射. 若反冲电子的能量为 0.1 MeV, 则散射光波长的改变量  $\Delta\lambda$  与入射光波长  $\lambda_0$  之比为  
(A) 0.20. (B) 0.25. (C) 0.30. (D) 0.35.  
[ ]
- 在均匀磁场  $B$  内放置一极薄的金属片, 其红限波长为  $\lambda_0$ . 今用单色光照射, 发现有电子放出, 有些放出的电子(质量为  $m$ , 电荷的绝对值为  $e$ )在垂直于磁场的平面内作半径为  $R$  的圆周运动, 那末此照射光光子的能量是:  
(A)  $\frac{hc}{\lambda_0}$ . (B)  $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}$ .  
(C)  $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{eRB}{m}$ . (D)  $\frac{hc}{\lambda_0} + 2eRB$ .  
[ ]

7. 用强度为  $I$ , 波长为  $\lambda$  的 X 射线(伦琴射线)分别照射锂( $Z=3$ )和铁( $Z=26$ ). 若在同一散射角下测得康普顿散射的 X 射线波长分别为  $\lambda_{\text{Li}}$  和  $\lambda_{\text{Fe}}$  ( $\lambda_{\text{Li}}, \lambda_{\text{Fe}} > \lambda$ ), 它们对应的强度分别为  $I_{\text{Li}}$  和  $I_{\text{Fe}}$ , 则  
 (A)  $\lambda_{\text{Li}} > \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} < I_{\text{Fe}}$  (B)  $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} = I_{\text{Fe}}$   
 (C)  $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} > I_{\text{Fe}}$  (D)  $\lambda_{\text{Li}} < \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} > I_{\text{Fe}}$  [ ]
8. 根据玻尔的理论, 氢原子在  $n=5$  轨道上的动量矩与在第一激发态的轨道动量矩之比为  
 (A)  $5/2$ . (B)  $5/3$ .  
 (C)  $5/4$ . (D)  $5$ . [ ]
9. 氢原子光谱的巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为  
 (A)  $5/9$ . (B)  $4/9$ .  
 (C)  $7/9$ . (D)  $2/9$ . [ ]
10. 已知用光照的办法将氢原子基态的电子电离, 可用的最长波长的光是  $913 \text{ \AA}$  的紫外光, 那么氢原子从各受激态跃迁至基态的赖曼系光谱的波长可表示为:  
 (A)  $\lambda = 913 \frac{n-1}{n+1} \text{ \AA}$ . (B)  $\lambda = 913 \frac{n+1}{n-1}$   
 (C)  $\lambda = 913 \frac{n^2+1}{n^2-1} \text{ \AA}$ . (D)  $\lambda = 913 \frac{n^2}{n^2-1} \text{ \AA}$ . [ ]
11. 在气体放电管中, 用能量为  $12.1 \text{ eV}$  的电子去轰击处于基态的氢原子, 此时氢原子所能发射的光子的能量只能是  
 (A)  $12.1 \text{ eV}$ . (B)  $10.2 \text{ eV}$ .  
 (C)  $12.1 \text{ eV}, 10.2 \text{ eV}$  和  $1.9 \text{ eV}$ . (D)  $12.1 \text{ eV}, 10.2 \text{ eV}$  和 [ ]
12. 要使处于基态的氢原子受激后可辐射出可见光谱线, 最少应供给氢原子的能量为  
 (A)  $12.09 \text{ eV}$ . (B)  $10.20 \text{ eV}$ .  
 (C)  $1.89 \text{ eV}$ . (D)  $1.51 \text{ eV}$ . [ ]
13. 具有下列哪一能量的光子, 能被处在  $n=2$  的能级的氢原子吸收?  
 (A)  $1.51 \text{ eV}$ . (B)  $1.89 \text{ eV}$ .  
 (C)  $2.16 \text{ eV}$ . (D)  $2.40 \text{ eV}$ . [ ]
14. 根据玻尔理论, 氢原子中的电子在  $n=4$  的轨道上运动的动能与在基态的轨道上运动的动能之比为  
 (A)  $1/4$ . (B)  $1/8$ .  
 (C)  $1/16$ . (D)  $1/32$ . [ ]
15. 如果两种不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两种粒子的  
 (A) 动量相同. (B) 能量相同.  
 (C) 速度相同. (D) 动能相同. [ ]
16. 设氢原子的动能等于氢原子处于温度为  $T$  的热平衡状态时的平均动能, 氢原子的质量为  $m$ , 那么此氢原子的德布罗意波长为  
 (A)  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{3mkT}}$ . (B)  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{5mkT}}$ .  
 (C)  $\lambda = \frac{\sqrt{3mkT}}{h}$ . (D)  $\lambda = \frac{\sqrt{5mkT}}{h}$ . [ ]

17. 静止质量不为零的微观粒子作高速运动, 这时粒子物质波的波长 $\lambda$ 与速度 $v$ 有如下关系:

- (A)  $\lambda \propto v$  . (B)  $\lambda \propto 1/v$  .  
 (C)  $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$  . (D)  $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$  .

[ ]

18. 将波函数在空间各点的振幅同时增大 $D$ 倍, 则粒子在空间的分布概率将

- (A) 增大 $D^2$ 倍. (B) 增大 $2D$ 倍.  
 (C) 增大 $D$ 倍. (D) 不变.

[ ]

19. 关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$  ( $\hbar = h/(2\pi)$ ), 有以下几种理解:

- (1) 粒子的动量不可能确定.  
 (2) 粒子的坐标不可能确定.  
 (3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.  
 (4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其它粒子.

其中正确的是:

- (A) (1), (2). (B) (2), (4). (C) (3), (4) . (D) (4), (1).

[ ]

20. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

- (A)  $1/(2a)$ . (B)  $1/a$ . (C)  $1/\sqrt{2a}$  . (D)  $1/\sqrt{a}$  甯.

[ ]

21. 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 $x$ 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$ , 则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ 可得光子的 $x$ 坐标的不确定量至少为

- (A) 25 cm. (B) 50 cm. (C) 250 cm. (D) 500 cm.

[ ]

22. 直接证实了电子自旋存在的最早的实验之一是

- (A) 康普顿实验. (B) 卢瑟福实验.  
 (C) 戴维孙—革末实验. (D) 斯特恩—革拉赫实验.

[ ]

23. 下列各组量子数中, 哪一组可以描述原子中电子的状态?

- (A)  $n = 2, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$  .  
 (B)  $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$  .  
 (C)  $n = 1, l = 2, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$  .  
 (D)  $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$  .

[ ]

24. 在原子的 K 壳层中, 电子可能具有四个量子数( $n, l, m_l, m_s$ )是

- (1)  $(1, 1, 0, \frac{1}{2})$ .      (2)  $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$ .  
 (3)  $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$ .      (4)  $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$ .

以上四种取值中, 哪些是正确的?

- (A) 只有(1)、(3)是正确的.  
 (B) 只有(2)、(4)是正确的.  
 (C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的.  
 (D) 全部是正确的.

[      ]

25. 在氢原子的 L 壳层中, 电子可能具有的量子数( $n, l, m_l, m_s$ )是

- (A)  $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$ .      (B)  $(2, 1, -1, \frac{1}{2})$ .  
 (C)  $(2, 0, 1, -\frac{1}{2})$ .      (D)  $(3, 1, -1, -\frac{1}{2})$ .

[      ]

## 二、 填空题

1. 当波长为 300 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )的光照射在某金属表面时, 光电子动能范围为  $0 \sim 4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

此时遏止电压为  $|U_a| = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ ; 红限频率  $\nu_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$ .  
 (普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

2. 波长为  $\lambda = 1 \text{ \AA}$  的 X 光光子的质量为  $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$ .  
 ( $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

3. 某光电管阴极, 对于  $\lambda = 4910 \text{ \AA}$  的入射光, 其发射光电子的遏止电压为 0.71 V. 当入射光的波长为  $\underline{\hspace{2cm}} \text{ \AA}$  时, 其遏止电压变为 1.43 V.  
 ( $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

4. 在 X 射线散射实验中, 散射角为  $\phi_1 = 45^\circ$  和  $\phi_2 = 60^\circ$  的散射光波长改变量之比

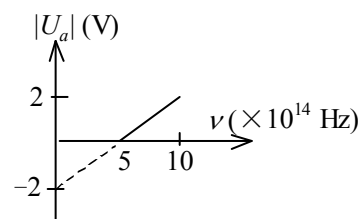
$\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

5. 在康普顿散射中, 若入射光子与散射光子的波长分别为  $\lambda$  和  $\lambda'$ , 则反冲电子获得的动能

$E_K = \underline{\hspace{2cm}}$ .

6. 在光电效应实验中, 测得某金属的遏止电压  $|U_a|$  与入射光频率  $\nu$  的关系曲线如图所示, 由此可知该金属的红限频率

$\nu_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$ ; 逸出功  $A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ eV}$ .



7、据氢原子理论，若大量氢原子处于主量子数  $n=5$  的激发态，则跃迁辐射的谱线可以有

\_\_\_\_\_条，其中属于巴耳末系的谱线有\_\_\_\_\_条.

8、被激发到  $n=3$  的状态的氢原子气体发出的辐射中，有\_\_\_\_\_条可见光谱线和\_\_\_\_\_条非可见光谱线.

9、一个质子俘获一个动能  $E_K=13.6\text{ eV}$  的自由电子组成一个基态氢原子时，所发出的单色光频率

是\_\_\_\_\_. (基态氢原子的能量为  $-13.6\text{ eV}$ ，普朗克常量  $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ )

10、玻尔的氢原子理论中提出的关于\_\_\_\_\_和

\_\_\_\_\_的假设在现代的量子力学理论中仍然是两个重要的基本概念.

11、已知基态氢原子的能量为  $-13.6\text{ eV}$ ，当基态氢原子被  $12.09\text{ eV}$  的光子激发后，其电子的轨道半径将增加到玻尔半径的\_\_\_\_\_倍.

12、玻尔的氢原子理论三个基本假设是：

(1)\_\_\_\_\_，

(2)\_\_\_\_\_，

(3)\_\_\_\_\_.

13、在氢原子光谱的巴耳末系中，波长最长的谱线和波长最短的谱线的波长比值是\_\_\_\_\_.

14、在氢原子发射光谱的巴耳末线系中有一频率为  $6.15\times 10^{14}\text{ Hz}$  的谱线，它是氢原子从能级

$E_n$  = \_\_\_\_\_ eV 跃迁到能级  $E_k$  = \_\_\_\_\_ eV 而发出的.

(普朗克常量  $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ，基本电荷  $e=1.60\times 10^{-19}\text{ C}$ )

15、氢原子由定态  $l$  跃迁到定态  $k$  可发射一个光子. 已知定态  $l$  的电离能为  $0.85\text{ eV}$ ，又知从基态使氢原子激发到定态  $k$  所需能量为  $10.2\text{ eV}$ ，则在上述跃迁中氢原子所发射的光子的能量

为\_\_\_\_\_ eV.

16、在氢原子光谱中，赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的各谱线组成的谱线系)的最短波长的谱

线所对应的光子能量为\_\_\_\_\_ eV；巴耳末系的最短波长的谱线所对应的光子的能量

为\_\_\_\_\_ eV.

(里德伯常量  $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$  ,  
 普朗克常量  $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$  ,  
 真空中光速  $c=3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  )

17、为使电子的德布罗意波长为  $1 \text{ \AA}$  , 需要的加速电压为\_\_\_\_\_.

(普朗克常量  $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  , 基本电荷  $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$  ,  
 电子质量  $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

18、氢原子的运动速率等于它在  $300 \text{ K}$  时的方均根速率时, 它的德布罗意波长是\_\_\_\_\_.

质量为  $M=1 \text{ g}$  , 以速度  $v=1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$  运动的小球的德布罗意波长是\_\_\_\_\_.  
 (普朗克常量为  $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  , 玻尔兹曼常量  $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  , 氢原子质量  $m_H=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ )

19、低速运动的质子和 $\alpha$ 粒子, 若它们的德布罗意波长相同, 则它们的动量之比

$p_p: p_\alpha =$ \_\_\_\_\_ ; 动能之比  $E_p: E_\alpha =$ \_\_\_\_\_.

20、在  $B=1.25 \times 10^{-2} \text{ T}$  的匀强磁场中沿半径为  $R=1.66 \text{ cm}$  的圆轨道运动的 $\alpha$ 粒子的德布罗意波长是\_\_\_\_\_. (普朗克常量  $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  , 基本电荷  $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

21、令  $\lambda_c = h/(m_e c)$  (称为电子的康普顿波长, 其中  $m_e$  为电子静止质量,  $c$  为真空中光速,  $h$  为普朗克常量). 当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意波长是  $\lambda =$ \_\_\_\_\_  $\lambda_c$ .

22、设描述微观粒子运动的波函数为  $\Psi(\vec{r}, t)$  , 则  $\Psi\Psi^*$  表示

\_\_\_\_\_ ;  $\Psi(\vec{r}, t)$  须满足的条件是\_\_\_\_\_ ; 其归一化条件是\_\_\_\_\_.

23、在下列各组量子数的空格上, 填上适当的数值, 以便使它们可以描述原子中电子的状态:

(1)  $n=2$ ,  $l=$ \_\_\_\_\_,  $m_l=-1$ ,  $m_s=-\frac{1}{2}$ .

(2) (2)  $n=2$ ,  $l=0$ ,  $m_l=$ \_\_\_\_\_,  $m_s=\frac{1}{2}$ .

(3) (3)  $n=2$ ,  $l=1$ ,  $m_l=0$ ,  $m_s=$ \_\_\_\_\_.

24、主量子数  $n=4$  的量子态中, 角量子数  $l$  的可能取值为\_\_\_\_\_ ; 磁量子数  $m_l$  的可能取值为\_\_\_\_\_.

25、根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩为  $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$ , 当主量子数  $n=3$  时, 电子动量矩的可能取值为\_\_\_\_\_.

26、多电子原子中, 电子的排列遵循\_\_\_\_\_原理和\_\_\_\_\_原理.

### 三、 计算题

1. 设某气体的分子的平均平动动能与一波长为  $\lambda = 4000 \text{ \AA}$  的光子的能量相等, 求该气体的温度.  
(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 玻尔兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ )
2. 功率为  $P$  的点光源, 发出波长为  $\lambda$  的单色光, 在距光源为  $d$  处, 每秒钟落在垂直于光线的单位面积上的光子数为多少? 若  $\lambda = 6630 \text{ \AA}$ , 则光子的质量为多少?  
(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )
3. 用单色光照射某一金属产生光电效应, 如果入射光的波长从  $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$  减到  $\lambda_2 = 360 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), 遏止电压改变多少? 数值加大还是减小?  
(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ )
4. 以波长为  $\lambda = 0.200 \text{ \mu m}$  的单色光照射一铜球, 铜球能放出电子. 现将此铜球充电, 试求铜球的电势达到多高时不再放出电子? (铜的逸出功为  $A = 4.10 \text{ eV}$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )
5. 处于基态的氢原子被外来单色光激发后发出的光仅有三条谱线, 问此外来光的频率为多少?  
(里德伯常量  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ )
6. 用某频率的单色光照射基态氢原子气体, 使气体发射出三种频率的谱线, 试求原照射单色光的频率.  
(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )
7. 试求氢原子线系极限的波数表达式及赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)、巴耳末系、帕邢系(由各高能激发态跃迁到  $n=3$  的定态所发射的谱线构成)的线系极限的波数. (里德伯常量  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ )
8. 处于第一激发态的氢原子被外来单色光激发后, 发射的光谱中, 仅观察到三条巴耳末系光谱线. 试求这三条光谱线中波长最长的那条谱线的波长以及外来光的频率. (里德伯常量  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ )
9. 若处于基态的氢原子吸收了一个能量为  $h\nu = 15 \text{ eV}$  的光子后其电子成为自由电子(电子的质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ), 求该自由电子的速度  $v$ .
10. 实验发现基态氢原子可吸收能量为  $12.75 \text{ eV}$  的光子.
  - (1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?
  - (2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出哪几条谱线? 请画出能级图(定性), 并将这些跃迁画在能级图上.

11. 氢原子光谱的巴耳末线系中, 有一光谱线的波长为  $4340 \text{ \AA}$ , 试求:
- (1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特?
  - (2) 该谱线是氢原子由能级  $E_n$  跃迁到能级  $E_k$  产生的,  $n$  和  $k$  各为多少?
  - (3) 最高能级为  $E_5$  的大量氢原子, 最多可以发射几个线系, 共几条谱线?  
请在氢原子能级图中表示出来, 并说明波长最短的是哪一条谱线.
12. 能量为  $15 \text{ eV}$  的光子, 被处于基态的氢原子吸收, 使氢原子电离发射一个光电子, 求此光电子的德布罗意波长.  
(电子的质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )
13. 已知第一玻尔轨道半径  $a$ , 试计算当氢原子中电子沿第  $n$  玻尔轨道运动时, 其相应的德布罗意波长是多少?
14. 已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为  

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a) \quad (0 \leq x \leq a)$$
 求发现粒子的概率为最大的位置.
15. 粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:  

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a) \quad (0 < x < a)$$
 若粒子处于  $n=1$  的状态, 它在  $0-a/4$  区间内的概率是多少?  
 [提示:  $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$ ]
16. 一粒子被限制在相距为  $l$  的两个不可穿透的壁之间, 如图所示. 描写粒子状态的波函数为  $\psi = cx(l-x)$ , 其中  $c$  为待定常量. 求在  $0 \sim \frac{1}{3}l$  区间发现该粒子的概率.

